



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R39:1979

A 149 (766)

Solvärmda kommunala utomhusbad

Mätningar 1978

**Jan Holmberg
Peter Kjærboe**

Byggforskningen

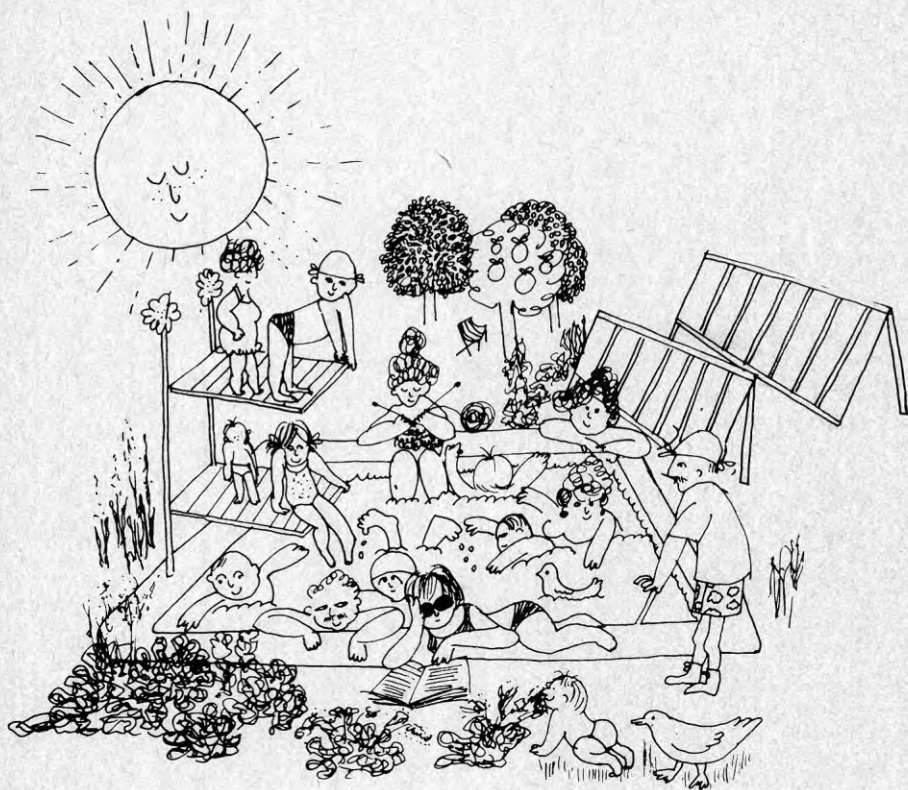
TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R39:1979

SOLVÄRMDA KOMMUNALA UTOMHUSBAD

Mätningar 1978

Jan Holmberg
Peter Kjaerboe



Denna delrapport hänför sig till forskningsanslag
780629-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till Hugo Theorells Ingenjörbyrå AB, Solna.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R39:1979

ISBN 91-540-3002-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 953109

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Delrapporten	5
1.3	Metoden	6
2	BESKRIVNING AV BADEN	7
2.1	Typ och belägenhet	7
2.1.1	Kågebadet	7
2.1.2	Hörneforsbadet	13
2.1.3	Stödebadet	21
2.1.4	Slakabadet	27
2.2	Systembeskrivning	32
3	SOLFÅNGARE	33
4	PROJEKTERING OCH BYGGANDE	35
4.1	Lutning	35
4.2	Area	35
4.3	Gruppering	35
4.4	Stativ	35
4.5	Anslutningar	36
4.6	Frysning	36
4.7	Normer	36
4.8	Reglering	36
4.9	Drift	36
5	MÄTNINGAR	37
5.1	Instrument	37
6	KLIMATDATA (SMHI)	39
7	RESULTAT	41
7.1	Tillvaratagen energi	41
7.2	Drifterfarenhet	41
7.2.1	System	41
7.2.2	Solfångare	47
7.2.3	Anslutningar	47
7.2.4	Pumpar	47
7.2.5	Service	47
7.2.6	Allmänt	48
7.3	Kostnader	48
7.3.1	Kommentarer	48
7.3.2	Kostnader i kkr sammanställning	49

8	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE.	53
8.1	Fortsatta mätningar och iakttagelser . .	53
8.2	Fortsatt arbete	53
9	SAMMANFATTNING	55
10	REFERENSER	59
11	ANDRA SOLVÄRMDA BAD	61
11.1	V.Tyskland, Wiehl	61
11.2	Danmark, Greve	64
12	BILAGA Fritidssektorns energibehov - kalkyl	67

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Byggforskningsrådet ställde i slutet av 1977 en förfrågan till ett antal norrlandskommuner angående lämpliga objekt för uppvärmning av utomhusbassänger med solfångare. Ett par projekt var redan aktuella i södra Sverige. Medio april beslöt Byggforskningsrådets avdelning för energi och experiment att bifalla ansökningar för experimentbyggnadslån från Skellefteå kommun, Kågebadet, Umeå kommun, Hörneforsbadet, Sundsvalls kommun, Stödebadet samt Linköpings kommun avseende Slakabadet. Vidare beslöts att projekteringsbidrag skulle lämnas till Härnösands- och Falköpings kommuner.

I Sverige finns totalt 210 utomhusbad i kommunal regi med en total uppskattad energiförbrukning av 31,5 GWh årligen, d.v.s. igenomsnitt 150 MWh/år, bad. En jämförelse mellan olika fritidsanläggningars specifika energibehov visar att simhallar och konstisbanor ligger omkring 5 till 8 ggr över genomsnittligt behov. Då en bassäng i sig utgör det för ett effektivt solvärmeutnyttjande önskvärda värmelagret, bör det vara fördelaktigt att tillgodose stora delar av värmebehovet med solenergi. Man arbetar dessutom med en relativt låg temperatur från frystemperatur under uppvärmningsperioden gäller utomhusbassänger till temperaturer omkring 25°C under badsäsongen, vilket ger stort värmeutbyte från solfångarna. Ser man på utomhusbassänger speciellt, är fördelen att värmebehovet väl sammanfaller med tillgången på solenergi.

1.2 Delrapporten

Den utvärdering, detta första år anläggningarna var i drift, av projekten avsåg:

- bestämning av energiflöden från sol till bassäng och från tillsatsvärme
- sammanfattning av driftsresultat från och klimatpåverkan på solfångarna
- sammanställning av anläggningskostnader.

1.3 Metoden

Energimängder mättes med s.k. värmemängdsmätare, elmätare samt vattenmätare proportionell mot pumparbetet. Data protokollfördes noggrant av respektive badmästare.

Driftsresultat har mycket välvilligt ställts till förfogande av projektörer och entreprenörer samt mätdata och synpunkter om mätning från dels IUC, Skellefteå och dels Ekström & Ottosson, Linköping. Anläggningskostnaden har erhållits från projektledarna och vissa klimatdata från närliggande meteorologiska stationer via SMHI i Norrköping.

2. BESKRIVNING AV BADEN

2.1 Typ och belägenhet

2.1.1 Kågebadet

Friluftsbadet är beläget ca 10 km norr om Skellefteå och ca 8 km från Bottenvikskusten.

Lat 64,8°N. Long 21° O.

Badet är byggt på plan mark med Kåge älv väster om och en öppen parkeringsplats öster om, vilket ger fritt för vindar och liten skuggning. Totalyta ca 7000 m².

Anläggningen består av:

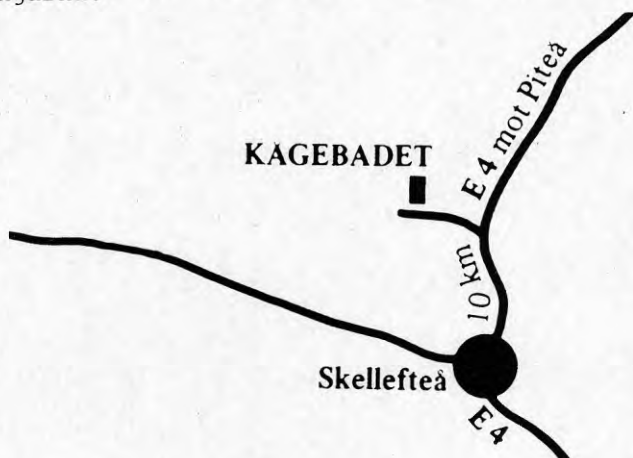
Bassänger utomhus: Simbassäng 12,5x25 m²
djup 0,9-1,6 m
och volymen 360 m³.
Barnbassäng Ø 10 m
djup 0,25-0,30 m och
volymen 20 m³.
Total vattenyta 390 m².

Byggnad med utrymme för omklädnad pump och filter samt expedition.

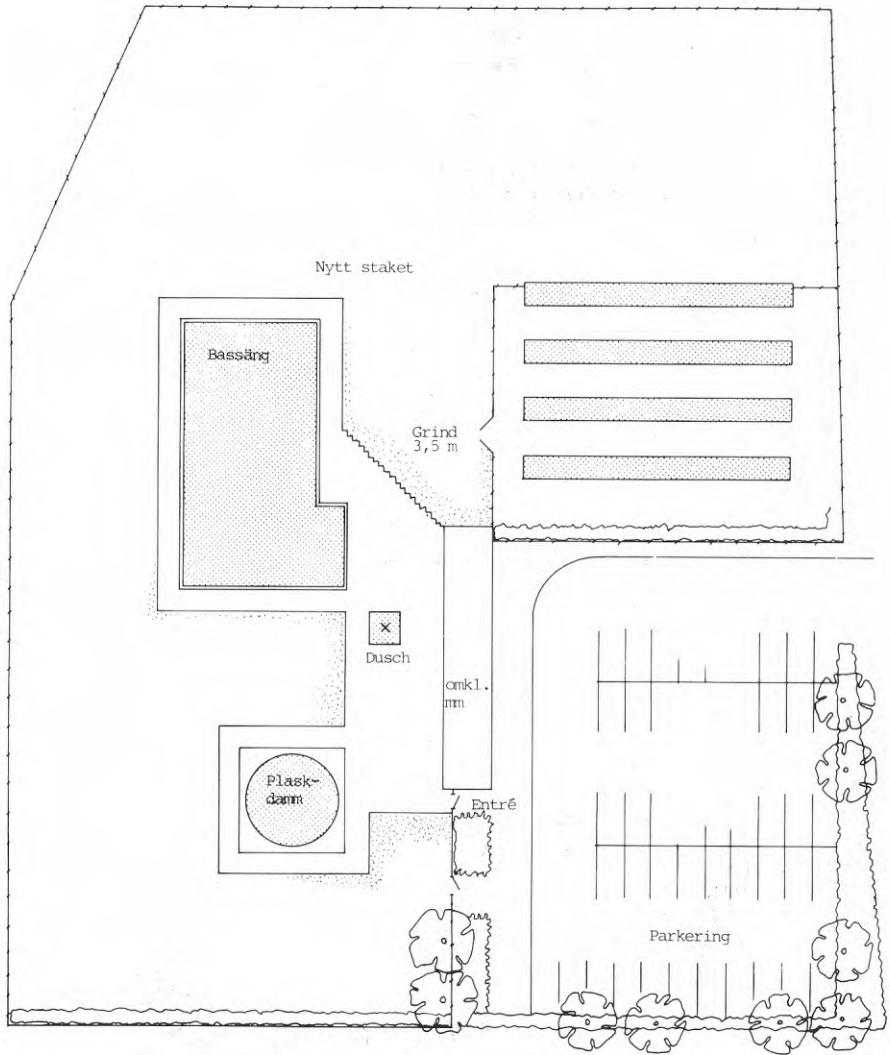
Byggnadsår 1974.

Öppet mellan 15 maj - 1 september.

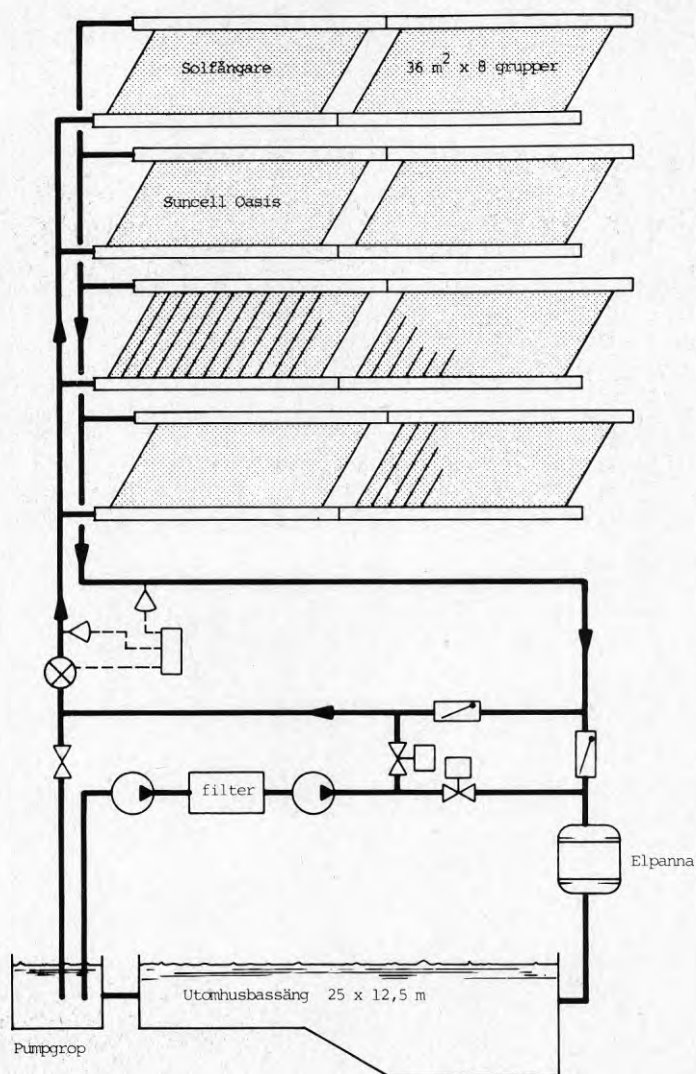
Värmeanläggningen består nu av plana solfångare av polypropylen utan isolering eller glasning samt en elektrodpanna. Solfångarna är placerade på en markyta NO om bassängerna i fyra rader. Bassängvatten cirkulerar med hjälp av cirkulationspump direkt till solfångarna.



PLAN KÅGEBADET



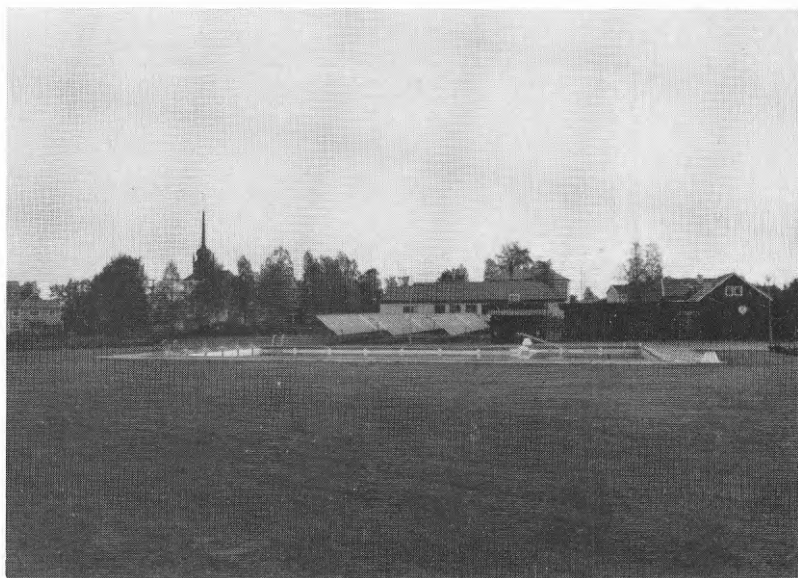
SYSTEMSCHEMA KÅGEBADET





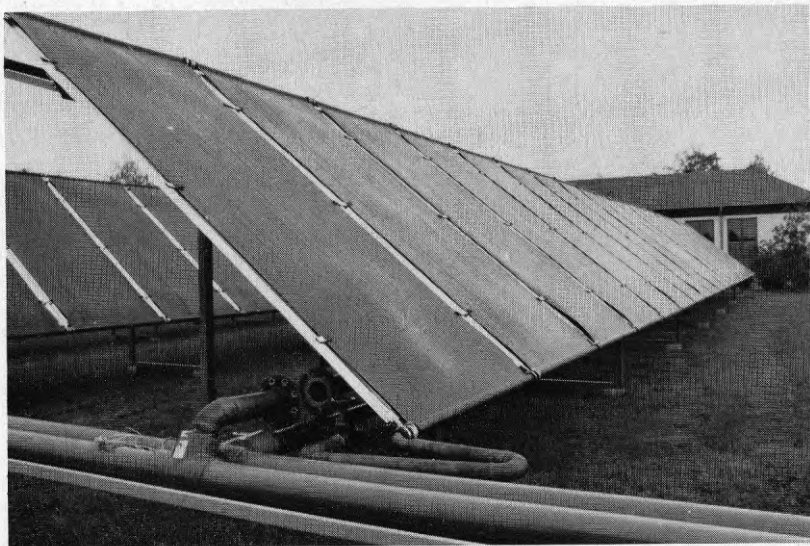
KÅGEBADET

Solfångare av polypropylen, 288 m^2 , bassängvattnet är värmebärare. Huset i mitten rymmer dusch, omklädnad och pumputrymme med filter.

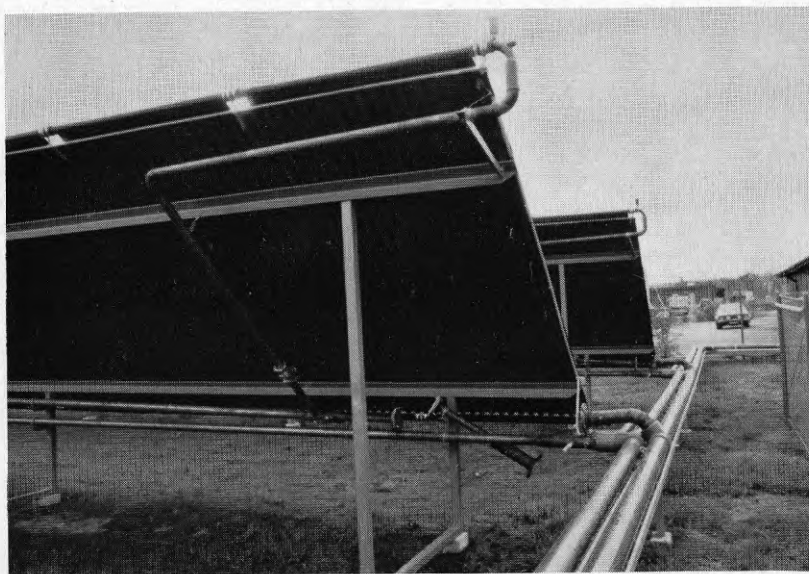


KÅGE

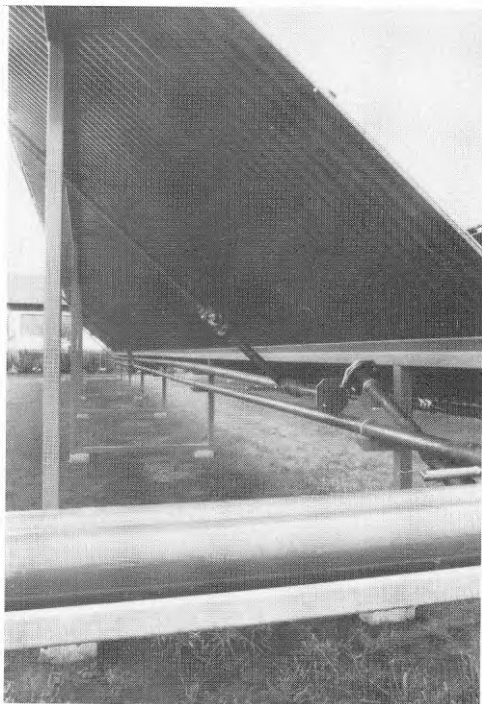
Solfångare utgör något ovan för ögat.



KÅGE
Den främsta raden solfångare. Observera expansions-
lyran.

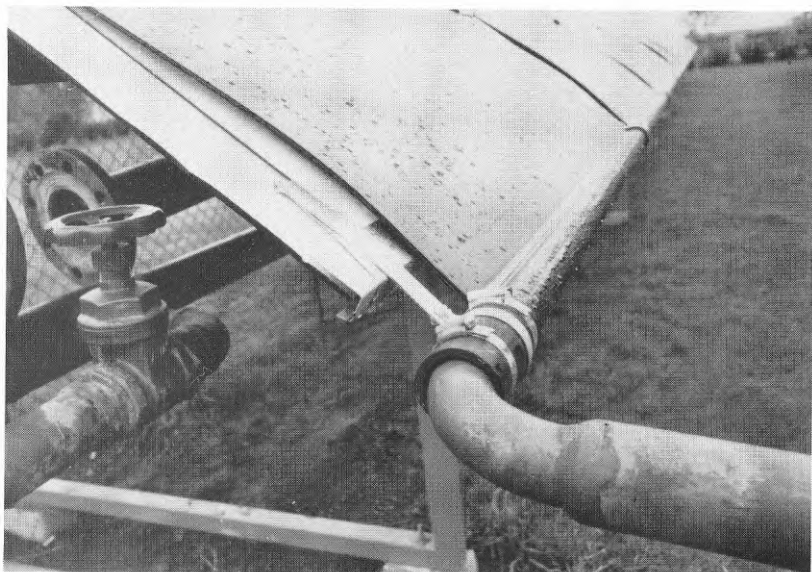


KÅGE
Solfångarnas baksida. Observera luftningsventilen
och stativkonstruktionen.



KÅGE

Stativ av galvaniserat vinkeljärn på betongplintar varav den bakre plinten utgör ankare mot vindlaster. Solfångarna är lagda på ett underlag av korrugerad aluminiumplåt.



KÅGE

Anslutningarna består endast av gummimuff med slangklämmor. Flänsarna är avsedda för vattenmätare.

2.1.2 Hörneforsbadet

Badanläggningen bestående av både inomhus- och utomhusbassänger är belägen ca 30 km SSV om Umeå och ca 2 km från kusten.

Lat 63,6° N. Long. 19,9° O.

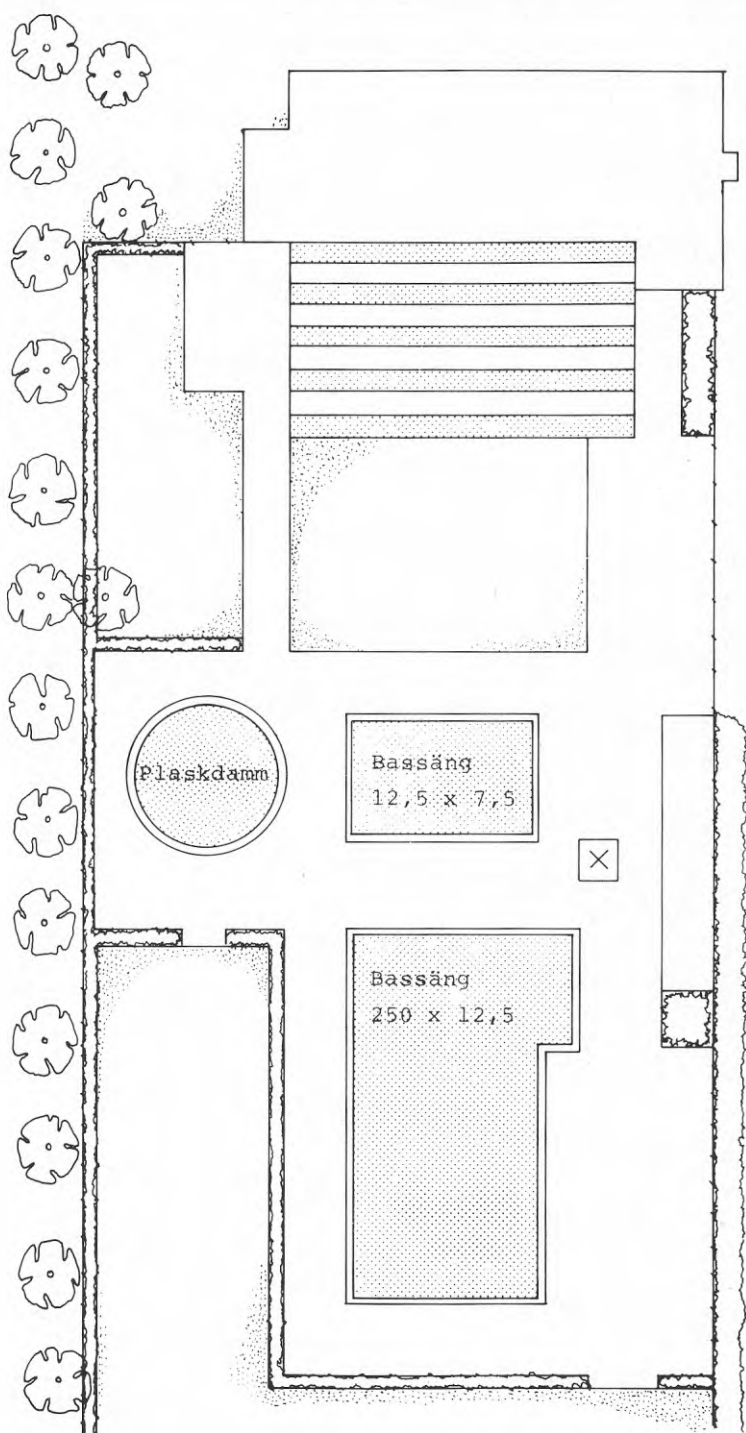
Utebassängerna är skyddade i öster av bebyggelse men i väster finns en öppen idrottsplats. Enstaka träd ger något vindskydd från söder.

Anläggningen består av:

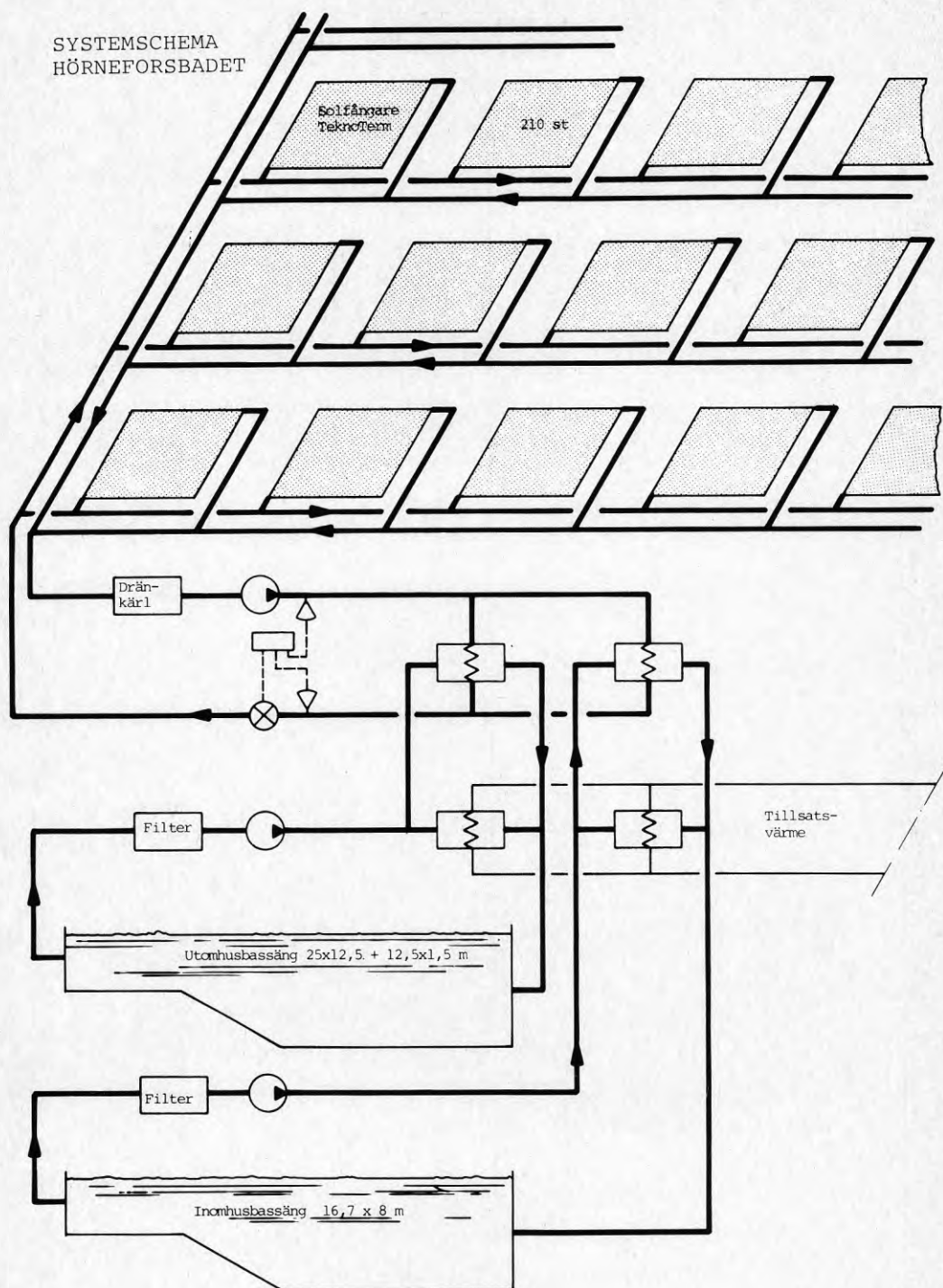
Bassänger ute	Simbassäng	25,0x12,5 m
	Barnbassäng	12,5x7,5 m
	Plaskdamm	Ø 10 m
	Total volym	550 m ³
	Total vattenyta	485 m ²
Bassänger inomhus	Simbassäng	16,7x8,0 m
	Volym	240 m ³
	Vattenyta	134 m ²

Byggnad för bassäng, duschar, omklädnad och värmeanläggning med solfångare.
 Utebassängen öppen ca 2,5 mån.
 Uppvärmningen sker nu dels med solfångare av metall och isolering samt 1 glas och dels med värme från en i fastighetsgruppen centralt belägen oljepanna. Solfångarna är takplacerade och levererar värme via värmeväxlare.



PLAN HÖRNEFORSBADET

SYSTEMSCHEMA
HÖRNEFORSBADET

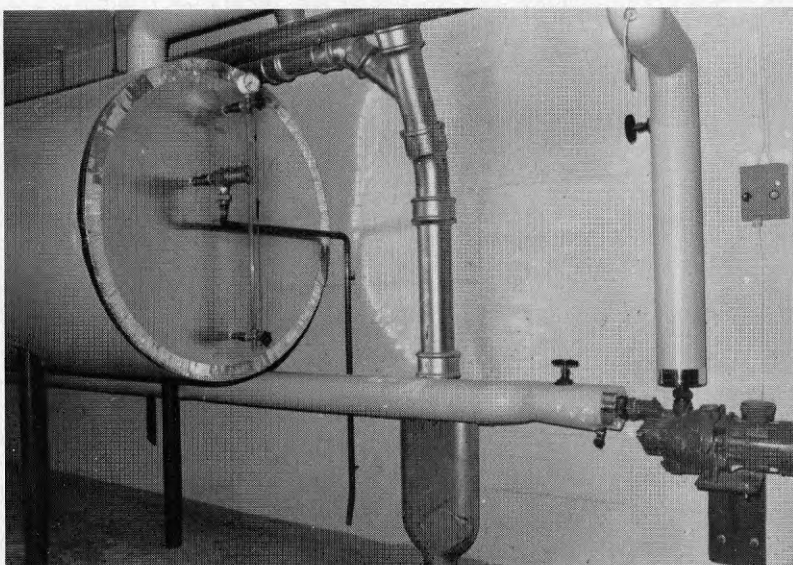




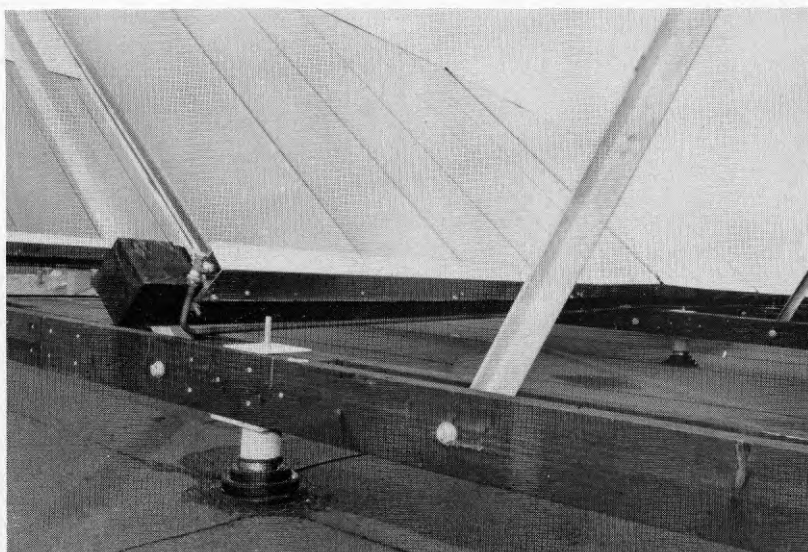
HÖRNEFORS
Solfångare typ Teknoterm, 210 m², kopplade via
värmväxlare.



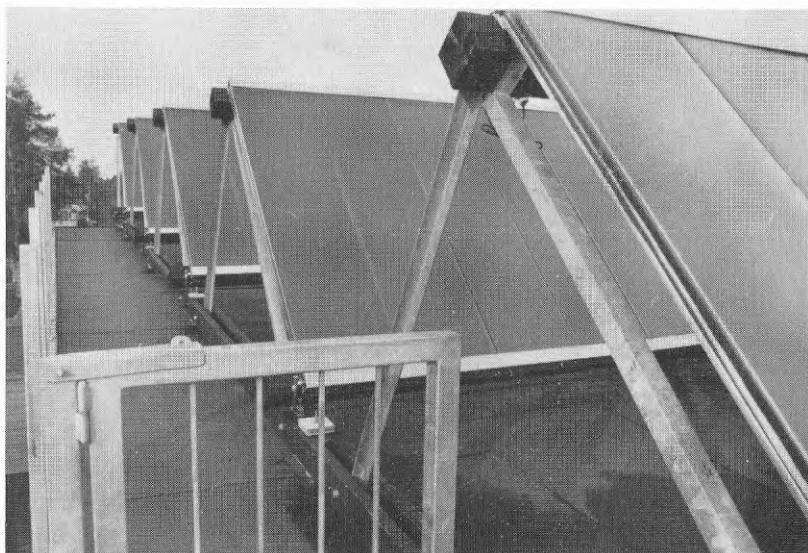
HÖRNEFORS
Här ses genomföringen i taket.



HÖRNEFORS
Dräneringskärl och cirkulationspump.

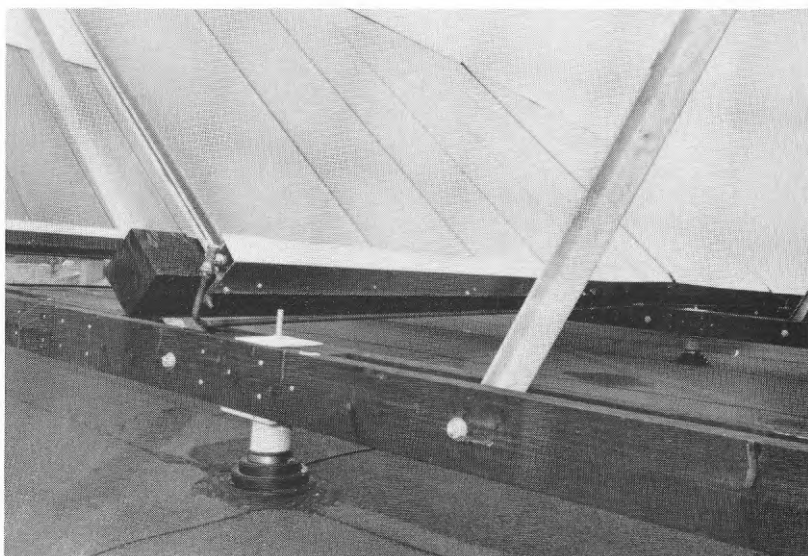


HÖRNEFORS
Solfångaranläggningar har flera känsliga punkter.



HÖRNEFORS

De takmonterade solfångarna kräver skyddsräcken vid service.

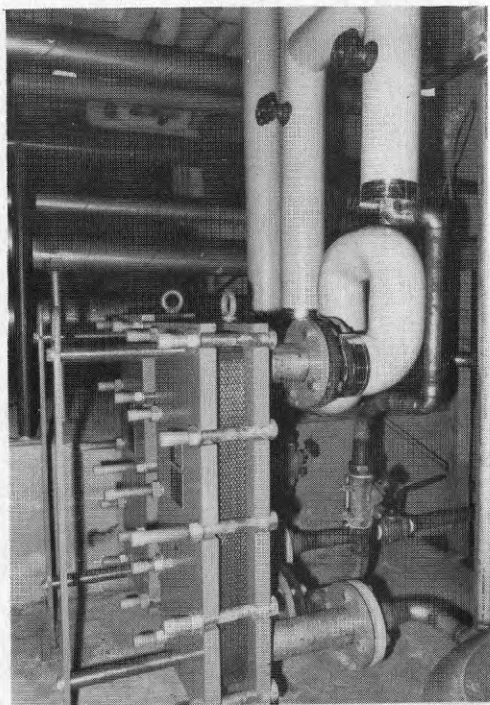


HÖRNEFORS

Takstöd vilka är fästa under taket, skall klara vindlaster.



HÖRNEFORS
Anslutning mellan solfångare och pumputrymme.



HÖRNEFORS
Plattvärmeväxlare.

2.1.3 Stödebadet

Kallas egentligen Stödehuset och är beläget ca 40 km V om Sundsvall och kusten.

Lat 62,4°N. Long 16,6° O.

Den L-formade byggnaden skyddar bassängen i nord och ost. Mot Stödesjön i syd är inget skydd, medan enstaka träd finns i väst.

Anläggningen består av:

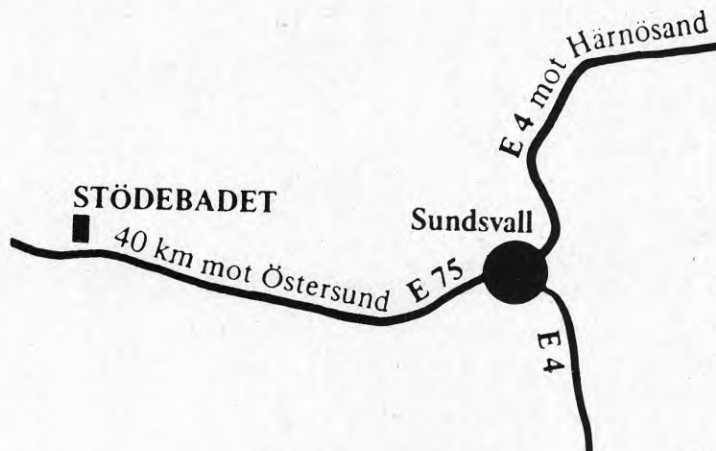
Bassänger, ute, simbassäng 25x10 m, djup 0,9-1,8 m
med volymen
och ytan 250 m²

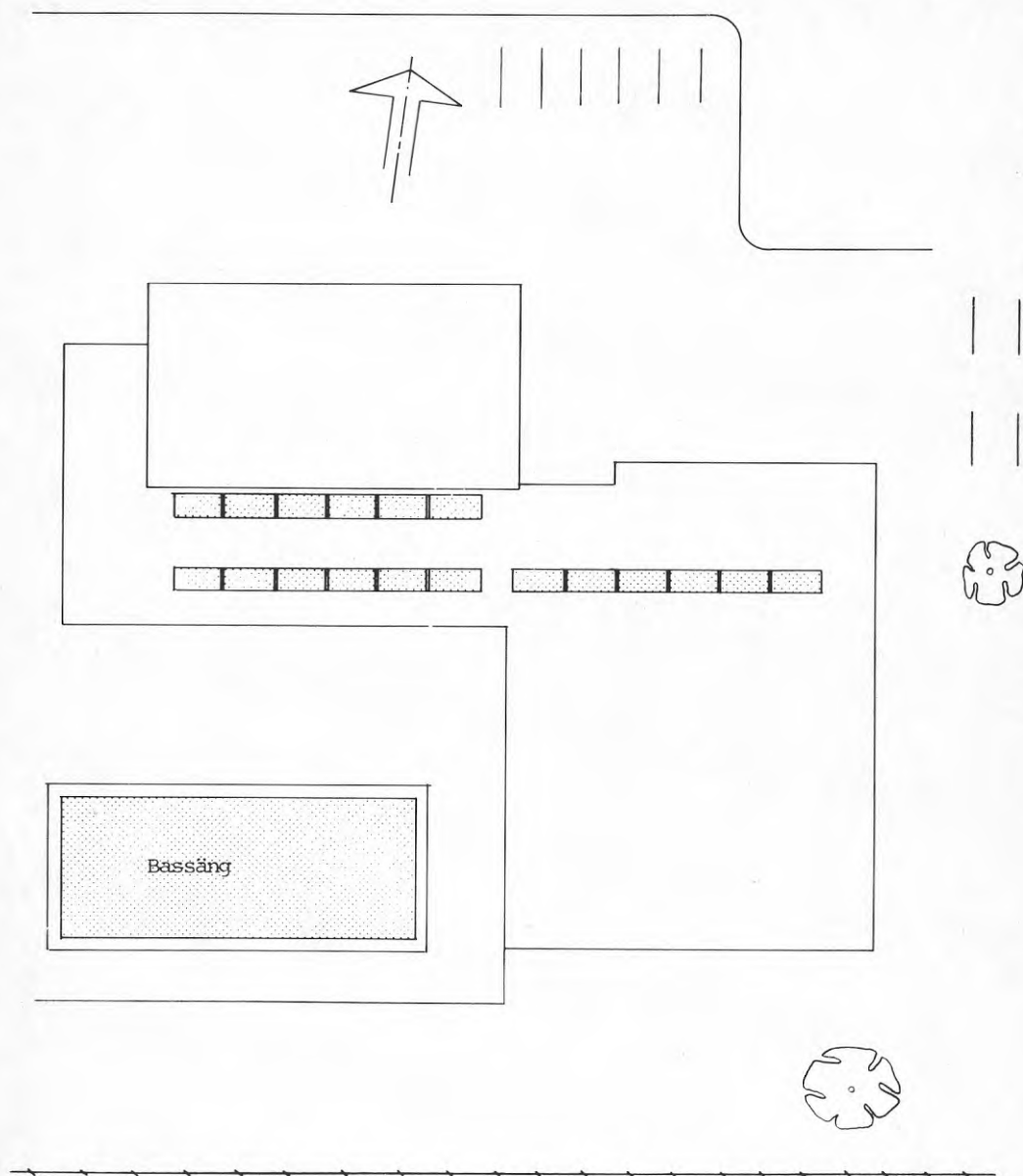
Bassäng inne, simbassäng 12,5 x 8 m, djup 0,9-1,6 m
med volymen
och ytan 100 m²

Byggnad för bassäng, omklädnad, expedition, bio, m.m. samt värmeanläggning.

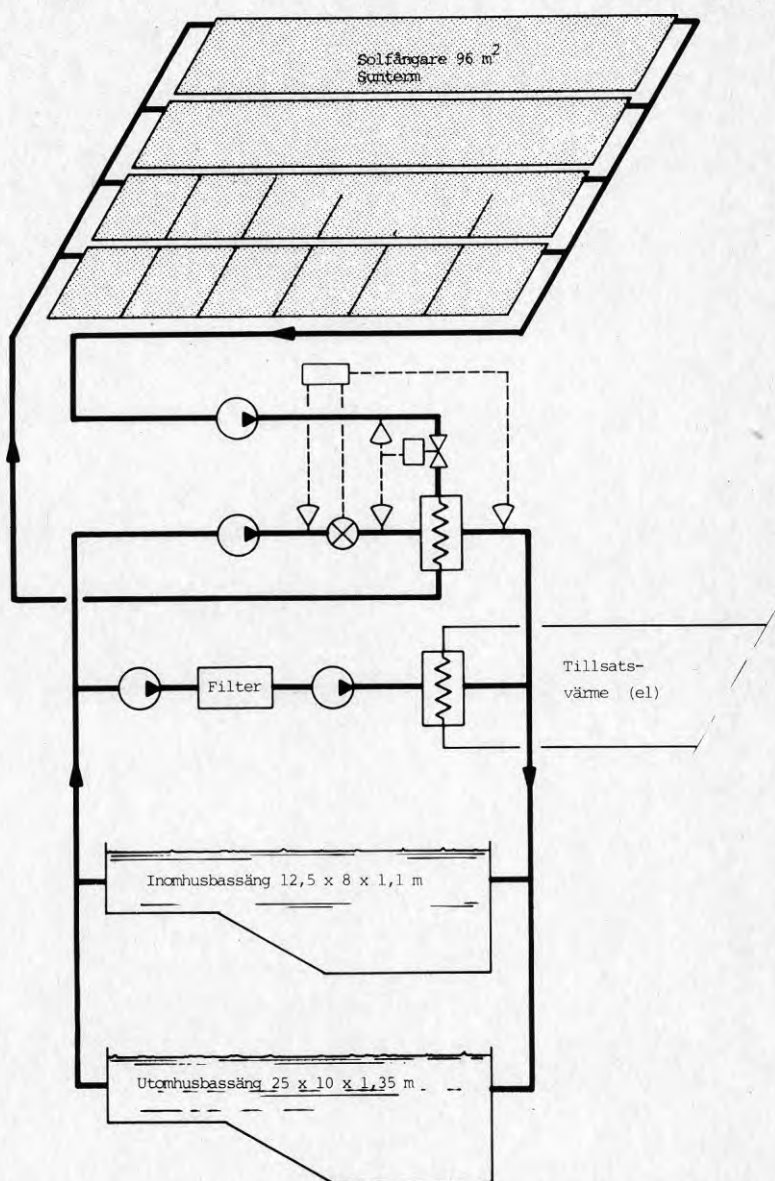
Utebassängen öppen från ca 15 juni - 20 augusti.

Uppvärmning sker nu dels med plana solfångare av metall med isolering och 1 täckskiva av glasfiberarmerad plast och dels elektrodpanna samt dessutom återvinns värme från ventilationsluften i hallen för inomhusbassängen. Solfångarna är placerade på tak och kopplade via värmeväxlare till bassängvattnet.



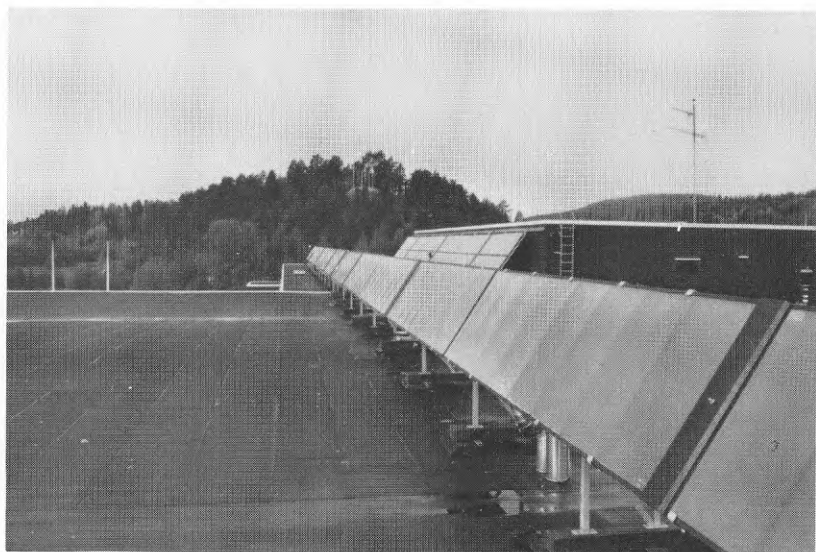
PLAN STÖDEBADET

SYSTEMSCHEMA STÖDEBADET





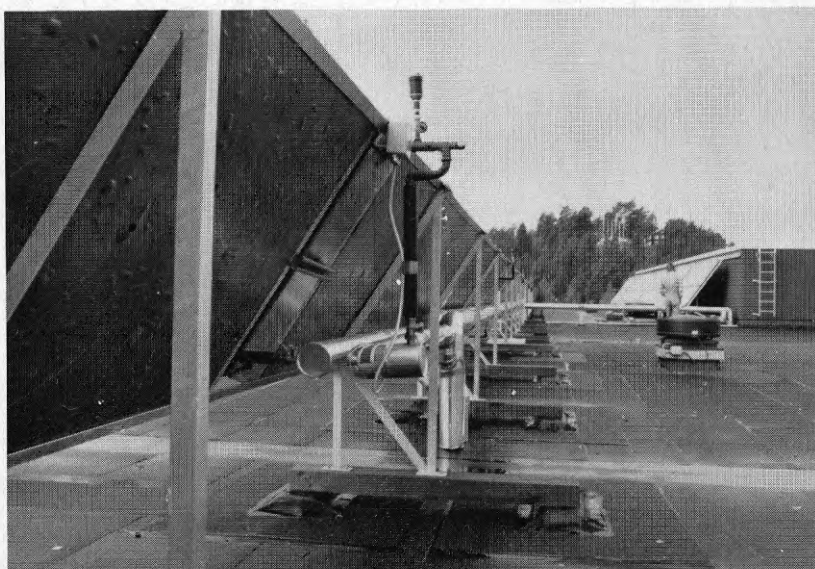
STÖDE
Solfångare typ Sunterm, 96 m², kopplade via värm-
växlare.



STÖDE
Den bakre raden av solfångare stöder mot uppbyggnad.



STÖDE
Välisolerad ledning och genomföring i tak.



STÖDE
Ställning av galvaniserat vinkelstål. Obs vakuumventilen och sensor till reglerutrustning samt bubbelbildning på isolering.



STÖDE

Kondens av vatten och migration från isolering.



STÖDE

Kondens.

2.1.4 Slakabadet

Friluftsbad, beläget ca 7 km S om Linköping och 60 km från Östersjökusten.

Lat $58,3^{\circ}\text{N}$. Long $15,6^{\circ}\text{O}$.

Enstaka träd i väst, kraftig växtlighet i nord och ost samt öppet mot söder.

Anläggningen består av:

Bassäng, ute, simbassäng 25x10 m, medeldjup 1,2 m
med volymen 300 m³

Barnbassäng \varnothing 3 m, medeldjup 0,25 m.
med volymen 1,77 m³

Total vattenyta 257 m²

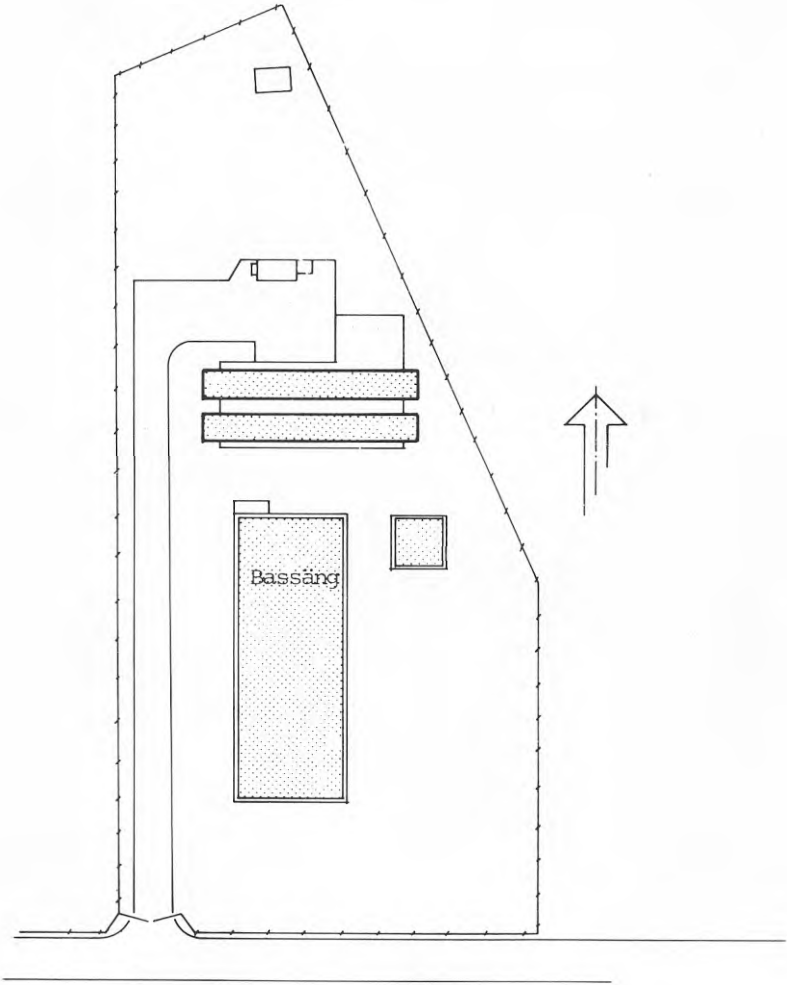
Byggnad för omklädnad och pumputrymme.

Badet är öppet från mitten av juni till slutet augusti.

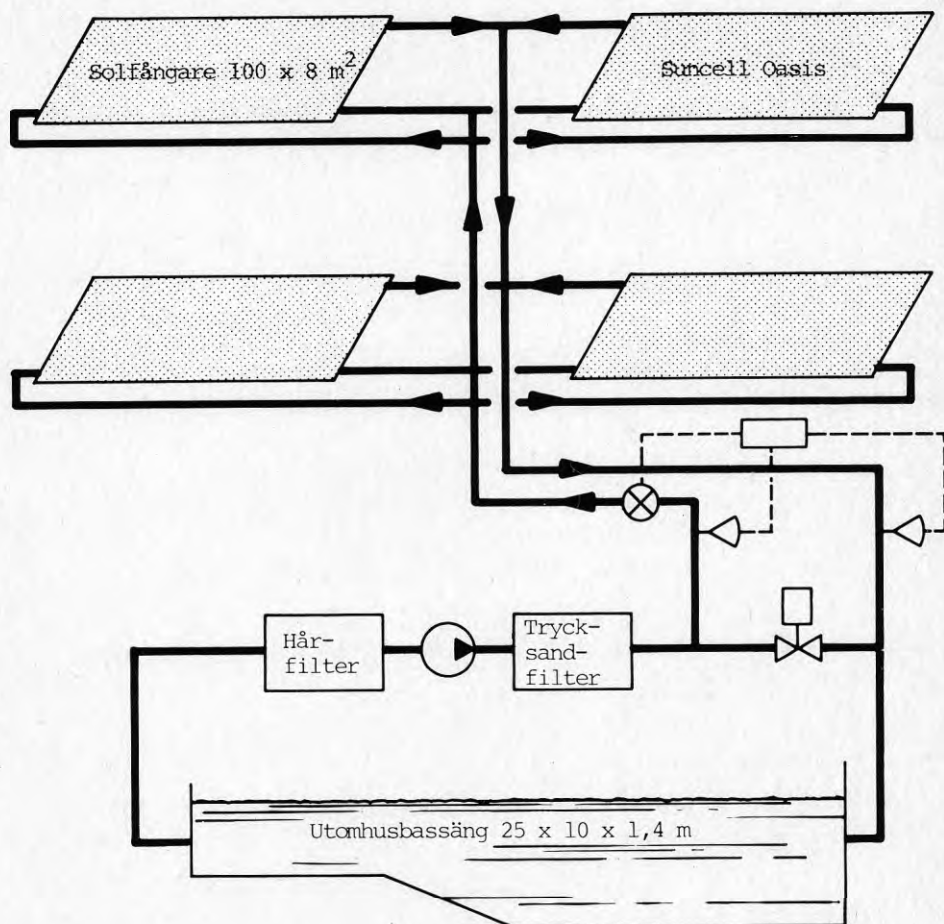
Värmeanläggningen består av plana solfångare av polypropylen utan isolering eller glasning. Dessa är byggda i två rader på taket av omklädningsbyggnaden.

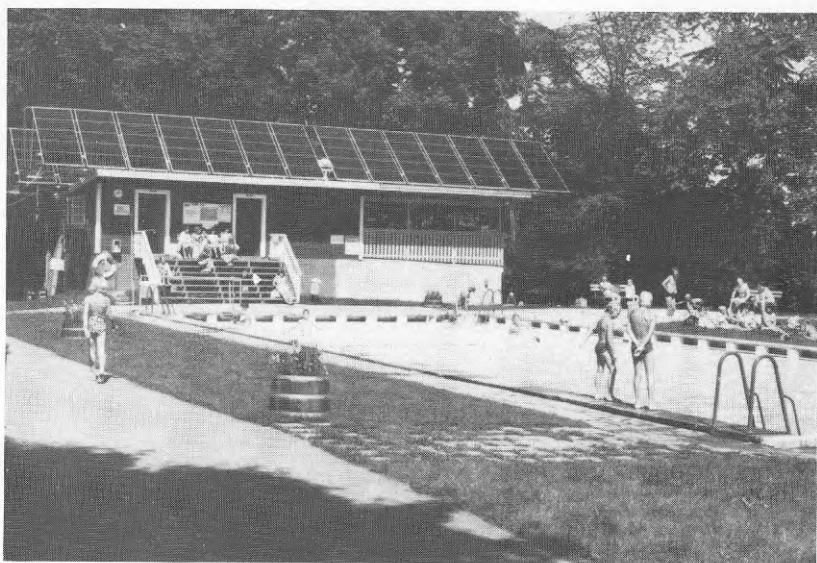


PLAN SLAKABADET



SYSTEM-SCHEMA SLAKABADET

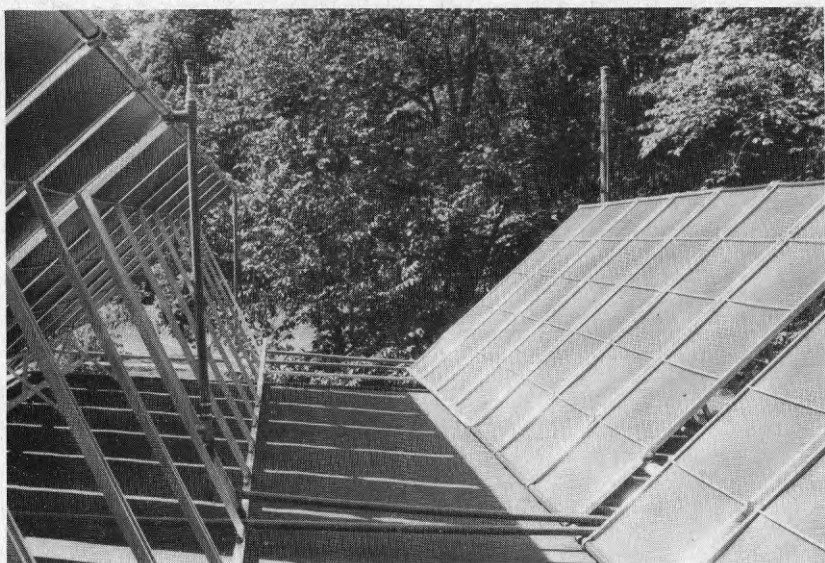




SLAKA
Solfångare av polypropylen, 100,8 m². Här cirkulerar
bassängvattnet genom solfångarna.



SLAKA
Solfångarna hänger över taknocken.



SLAKA

Solfångarna är här inramade med aluminiumprofil.

2.2 SYSTEMBESKRIVNING

	KÅGE	HÖRNEFORS	STÖDE	SLAKA
Typ av bad	Friluftsbad	Kombinerat friluftso. o. inomhusbad	Kombinerat	Friluftsbad
Solfångare typ	Suncelloasis	Teknoterm	Sv.Fläkt Sunterm	Suncelloasis
material	Polypropylen utan täckning eller isolering	Stålabsorbator 1 glas o. isolering	Kopparabsorbator 1 glasfiberplasttäckning o. isoll	Polypropylen
area	288 m ²	210 m ²	96 m ²	100 m ²
andel av bassängarea	75 %	45 %	40 %	40 %
Placering	Sammankoppl. enl. schema	På badbyggnadens tak	På badbyggnadens tak	På omklädningsbyggnadens tak
Ställning	På betongplintar förankrade i galvaniserad stålställning.	På ställning av vin- keljärn och träbalkar, förankrad i o. under tak.	På galvaniserade vinkeljärnställningar, fastskruvade på tak.	Aluminiumställning.
Lutning	40°	45°	45°	45°
System	Inkoppling	Gemensam krets solfångare o. filter, se schema.	Separata kretsar kopplade via plattvärmeväxlare, se schema.	Gemensam krets solfångare o. filter, se schema.
Material i ledn.	PVC	Solf.krets Cu.	Solf.krets galv. järn.	PVC.
Värmebärare	Bassängvatten.	Vatten+Etylenglykol 5 %.	Vatten+Etylenglykol	Bassängvatten.
dim.flöde	60 m ³ /h, 3 l/m ² , min.	32 m ³ /h, 2,5 l/m ² , min.	6 m ³ /h, 1 l/m ² , min.	30 m ³ /h, 5 l ² /min.
max tempdiff.	5 K	30 K	30 K	5 K
Reglering	automatik	Vatten genom filter cirkulerar kont. Ventil till solfångarkrets öppnar då temp.skillnad är 2 K. Stänger vid temp.skillnad 0.	Solfångarkretsens el. primärsidans cirkulationspump startar då temp.skillnad är 5 K. Bassängvatten cirkulerar kont. genom filter och värmeväxlare på sekundärsidan.	Vatten genom filter cirkulerar kont. Ventil till solfångarkrets öppnar då temp.skillnaden är 2 K.
manuell		Höst, vinter o. vår ställs flödet om så att innebassängen värms.	Höst, vinter o. vår ställs flödet om så att innebassängen värms.	

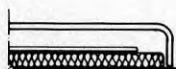
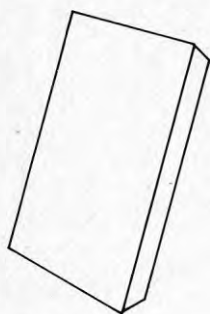
3. SOLFÅNGARNA

De solfångare som använts här är plana och monteras i en fast konstruktion. Vid de låga arbetstemperaturer som gäller för bassänguppvärmning blir värmeförlusterna små och krav på isolering minskar. Detta har styrt valet av solfångare. I de fall där en inomhusbassäng finns har man valt glasade, isolerade solfångare då dessa även kan utnyttjas höst och vår.

Följande typer har använts:

DETALJER SOLFÅNGARE

Typ: TeknoTerm

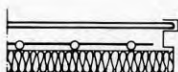
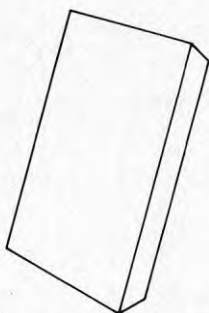


Profilglas 6 mm
Svartnålad stålabsorbator
Mineralull 25 mm
Skyddsplåt av aluminium 1,25 mm

B x L: 0,5 x 2,0 m²

Vikt fyllda: 35 kg

Sunterm (Sv.Fläktfabr.)

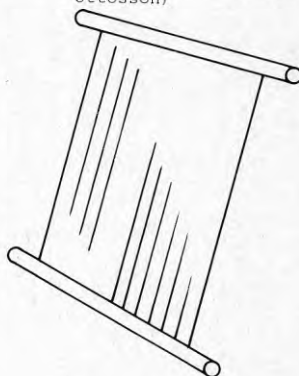


Glasfiberarmerad polyester
Selektiv kopparabsorbator
Polyuretan isolering 70 mm
Järnplåt

1,0 x 2,0 m²

26 kg

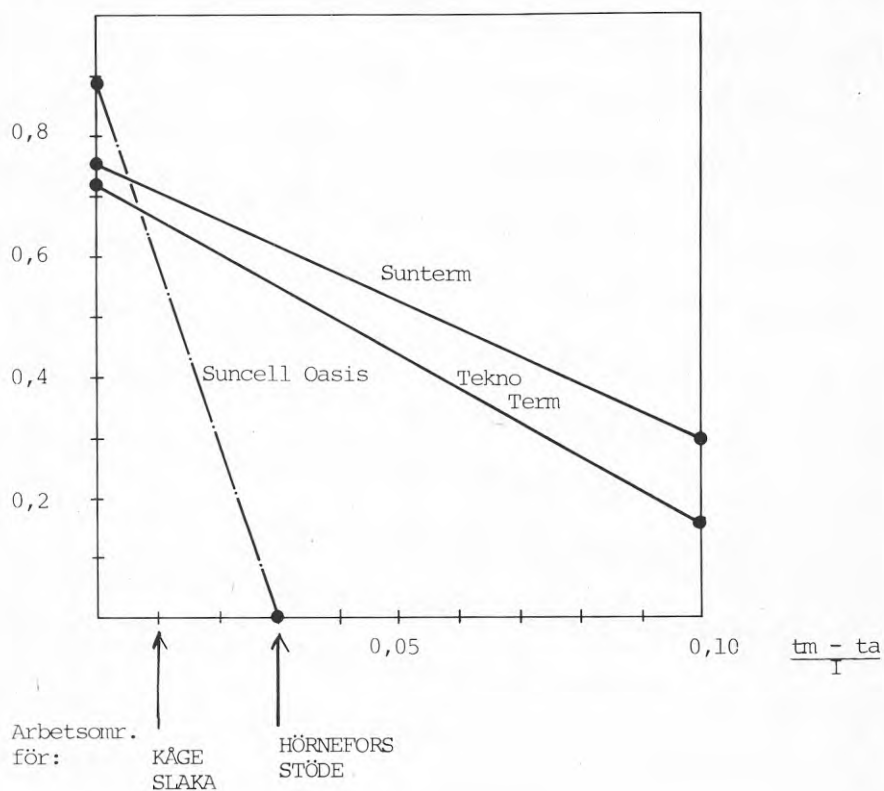
Suncell Oasis (Robinson
Development Ltd, Ekström &
Ottosson)



Polypropylen

1,2 x 3,0 m²

32 kg



Diagram

Verkningsgrad som funktion av temperaturskillnad mellan absorbatör och utetemperatur dividerat med inställning (vinkelrätt). Uppgifter enl fabrikanter.

4. PROJEKTERING OCH BYGGANDE

4.1 Lutning

Lutningsvinkeln valdes mellan $40-45^{\circ}$ beroende på vilken tid solfångaren skulle verka. Beckman (1977) föreslår då man maximalt och samtidigt vill utnyttja den inkommande solstrålningen, lutningen minus latituden blir ungefär lika med minus 15° och orienteringen sydlig (här). Avvikelse med upp till 15° har dock liten betydelse. Solfångaren bestämdes från främst tre utgångspunkter. Dels den exponerade bassängvattenarean, dels tillgängligt utrymme, ev. tak samt dels solfångarens prestanda.

4.2 Area

Då solfångarna endast skall täcka värmebehovet i en bassäng bör ju överskottsvärme undvikas, d.v.s. man dimensionerar arean att fullt täcka värmebehovet under de bästa dagarna på året. Kan man ta till vara överskottsvärme, ex. förvärmning av duschvatten, kan större area väljas. Mindre area lönar sig sämre då den fasta kostnaden ju är konstant.

4.3 Gruppering

Gruppindelning har skett efter fabrikantens förslag. För många solfångare bör ej kopplas i serie, då för höga temperaturer med sämre verkningsgrad erhålles.

4.4 Stativ

Stativ och fundament till solfångarna har varierat då ingen prefabricerad typ finns. Galvaniserat vinkelstål och trä, se fig. har använts. Speciellt hänsyn har tagits till

- a) vindlaster ex. jordankare resp. förstärkningar i och under tak,
- b) snölaster samt åtkomlighet för snöröjning då drivor lätt bildas,
- c) Skyddsräcken då service skall utföras.

4.5 Anslutningar

Ledningar har dragits med möjlighet att expandera då extrema temperaturer kan uppstå (kokning vid driftstopp) sommar och vinter.

4.6 Frysning

Frysrisken har eliminerats antingen genom dränering eller genom tillsats av ethylenglykol.

Isolering har utförts noggrant i förekommande fall.

4.7 Normer

Dimensioneringsnormer saknas eller är otydliga ännu för denna typ av installation ex. säkerhetsventiler. Andra beräkningsmässiga problem har varit dimensionering av värmeväxlare. Då flödet i solfångarkretsen vanligtvis är konstant kommer temperaturen i kretsen att variera och värmeväxlaren utsätts arbeta inom ett brett område.

4.8 Reglering

Reglering av systemen har skett enligt systembeskrivning. Speciellt gäller i vissa fall att små temperaturdifferenser förekommer vilket ställer krav på temperaturgivarna.

4.9 Drift

Systemlösningarna framgår av beskrivning ovan utom i ett fall, med inomhusbassäng, där man tar till vara överskottsvärme genom att "ladda" eller övervärma inomhusbassängen för att senare vid behov värma utomhusbassängen. Inomhusbassängen skulle då täckas för att förhindra för kraftig förångning.

5. MÄTNINGAR

5.1 Instrument

För att bestämma energimängden som solfångarna levererade till bassängerna monterades värmemängdsmätare på anslutningsledningar till och från solfångarna. Se flödesscheman.

Speciella svårigheter är här att mycket små temperaturdifferenser skall mätas.

Mätaren består av kallvattenmätare, kontaktverk, integreringsverk samt temperaturgivare. Kallvattenmätarna var av två typer beroende på anslutning, dels vinghjul och dels Woltman, båda med mättolerans inom 2% av mätvärdet. Temperaturgivare av resistiv typ s.k. Pt 100 d.v.s. det elektriska motståndet 100 ohm vid 0°C och en konstant $T_k = 0,00385/^\circ\text{C}$. Kontaktverket ger en signal för varje 12,5 l resp 125 l, beroende på ansl till integreringsverket, vilket då jämför temperaturdifferensen från givarna i till- resp frånledning. Detta värde multipliceras med vattenvolymen och en konstant motsv vattnets densitet resp värmekapacitivet vid en medeltemperatur och adderas till tidigare värde och indikeras på en mekanisk räknare graderad i MWh. Integreringsverket med temperaturgivarna har temperaturområdet 20-120°C och märktemperaturdifferensen 30 K samt en upplösning på 0,02 K, vilket ger en noggrannhet på 1 %. För mätningen fås ett totalt fel på mindre än 3 %. Integreringsverket är även försett med indikering av vattenvolymenheten i m³.

Bestämning av tillsatsvärme i form av el skedde med virvelströmsmätare av konventionell typ. Noggrannhet ca 3 %.

För att få en uppfattning om hur förutsättningarna i klimatet, skilt sig från normalår, inhämtades uppgifter från närliggande väderstationer via SMHI i Norrköping. Se 6.

Vissa klimatuppgifter och mätvärden anpassade för snabb avläsning infordrades från resp badmästare. Se mätprotokoll. Kolumnen solinställning har ej fyllts i då någon solarimeter med integreringsverk till en i detta sammanhang rimlig kostnad ej fanns tillgänglig under mätperioden.

I kolumnen för cirkulationspump ifylldes vattenmätarens ställning, vilket med cirkulationspumpens effekt gav pumpenergin.



Byggnadsnäringsrådet Energi-experiment

BFR-projekt nr 780629-5

Mätprotokoll förSÖDER.....-badet, ...SÄNDSVÄL...s kommun

VECKA 7/8 - 13/8 1978	TID FÖR AVLAS- NING	TEMPERATUR		MOLNIGHET		VIND			ENERGI			ANTAL BADANDE	ANMÄRKNING	SIGNATUR
		Luft	Vatten	Soligt	Halv- klart	Mulet	Lugnt	Blåst	Mycket blåst	Solin- strålning kWh	Från sol- fångare kWh	Cirkula- tionspump kWh	Tillsats- energi kWh	
Måndag	11)	11	24		X			X			3,881			UTEBASSÄNG HELA VECKAN
	12.00	15	25		X		X				4,049			
	2)	18	25		X		X				4,130			
Tisdag		10	24	X			X				4,143			
	12.00	19	25		X		X				4,317	1684,5		
		25	24		X		X				4,477	1716,1		
Onsdag		17	24		X		X				4,491	1729,1		
	12.00	32	24	X			X				4,633	1764,8		
		23	24		X		X				4,716	1796,7		
Torsdag		17	24		X		X				4,719	1823,9		
	12.00	36	24	X			X				4,952	1864,0		
		33	24				X				5,050	1894,8		
Fredag		14	24		X			X			5,055	1924,1		
	12.00	25	24		X			X			5,070	1973,9		
		22	23		X			X			5,099	1996,1		
Lördag		17	23		X			X			5,103	2037,9		
	12.00	24	23		X			X			5,104	2037,2		
		20	23		X			X			5,200	2072,8		
Söndag		11	23			X		X			5,203	2090,1		
	12.00	15	23			X		X			5,231	2113,7		
		16	23			X		X			5,267	2136,2		

1) Öppningstid

2) Stängningstid

6. KLIMATDATA (SMHI)

		KÅGE	HÖRNEFORS	STÖDE	SLAKA
		Skellefteå	Umeå	Sundsvalls flpl	Malmslätt
Nederbörd m m	juli	49 (48) ¹⁾	42 (63)	69 (60)	36 (66)
	aug	112 (65)	86 (77)	78 (70)	118 (72)
		Luleå	Umeå flpl		Norrköping
Soltid ²⁾ h	juli	285 (317)	242 -	240 (284)	226 (263)
	aug	212 (218)	233 -	181 (230)	235 (236)
			Teg		
Solinstråln kWh/m ²	juli	150 (162)	151 (177)	- -	152 -
	aug	112 (110)	119 (126)	- -	127 -
Temp °C	juli	15,3 (15,5)	14,1 (16,3)	14,2 (15,8)	15,2 (17,7)
	aug	12,4 (14,2)	13,1 (14,6)	13,3 (14,5)	14,8 (16,4)

1) Siffror inom parentes avser normalvärden

2) Normal solskenstid och solinstrålning 1961-75

7. RESULTAT

7.1 Tillvaratagen energi

Baden tagas i drift i juli månad. Den 3:e öppnade Kågebadet ventilen till solfångarna. De gav genast sitt bidrag på 715 kWh den dagen. Under en från entreprenadhåll sett mycket kort tid lyckades man bygga samman en solfångaranläggning sammansatt av komponenter från sjutton (17) leverantörer.

Samma tidspress gällde alla fyra bad och ett mycket snabbt och bra arbete måste ha utförts från alla håll såväl administratörer, projektörer som från entreprenörer.

Typbesiktning och vissa mekaniska justeringar, ex. inreglering av flöden av anläggningarna skedde i vissa fall först efter den aktuella mätperioden. Energi som insamlats, se diagram och sammanställning.

7.2 Driftserfarenhet

7.2.1 System

Solfångarsystemen har varit i drift som förutsatt med två undantag. Befintlig cirkulationspump ersattes under mätperioden. Stopp under fyra dagar. Motorskydd till cirkulationspump utlöstes tillfälligt. Driftstopp sammanlagt två dagar, d.v.s. totalt 3,7% av tiden.

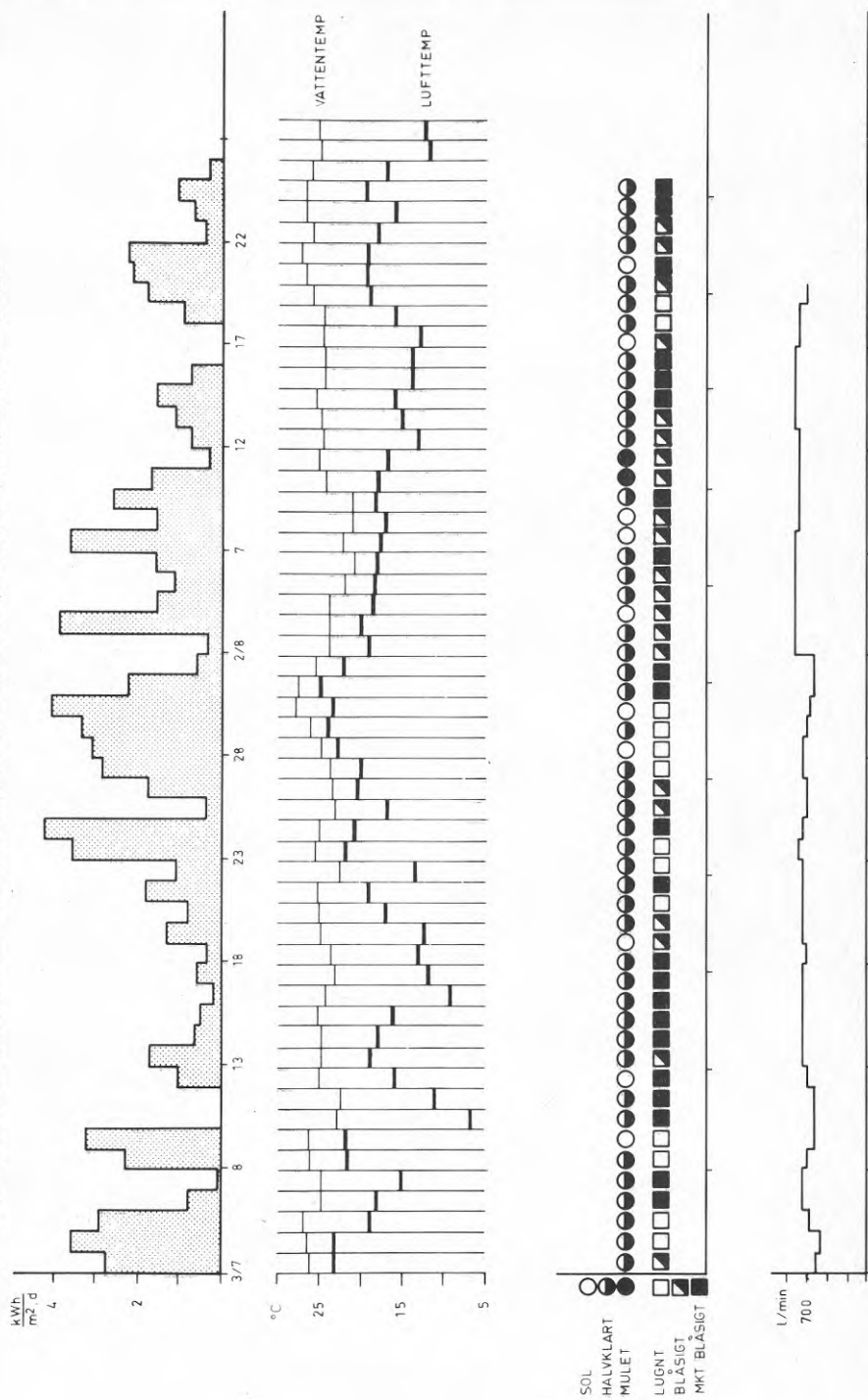
Solfångarna befanns samtidigt arbeta under olika temperaturer. Såväl glasade som oglasade. Detta tyder på ojämn fördelning av vatten. Då verkningsgraden sjunker med ökande arbetstemperatur undveks detta med ex strypventiler eller varierande ledningsdimensioner till anslutningar.

Under tiden varierade flöden förekom, se diagram p.g.a. igensättning i filter med förhöjt tryckfall. Då flödet inte varierar jämfört med tryckfallet i ex T-stycken och strypventiler erhöles en ojämn fördelning av vatten i solfångarna även p.g.a. detta.

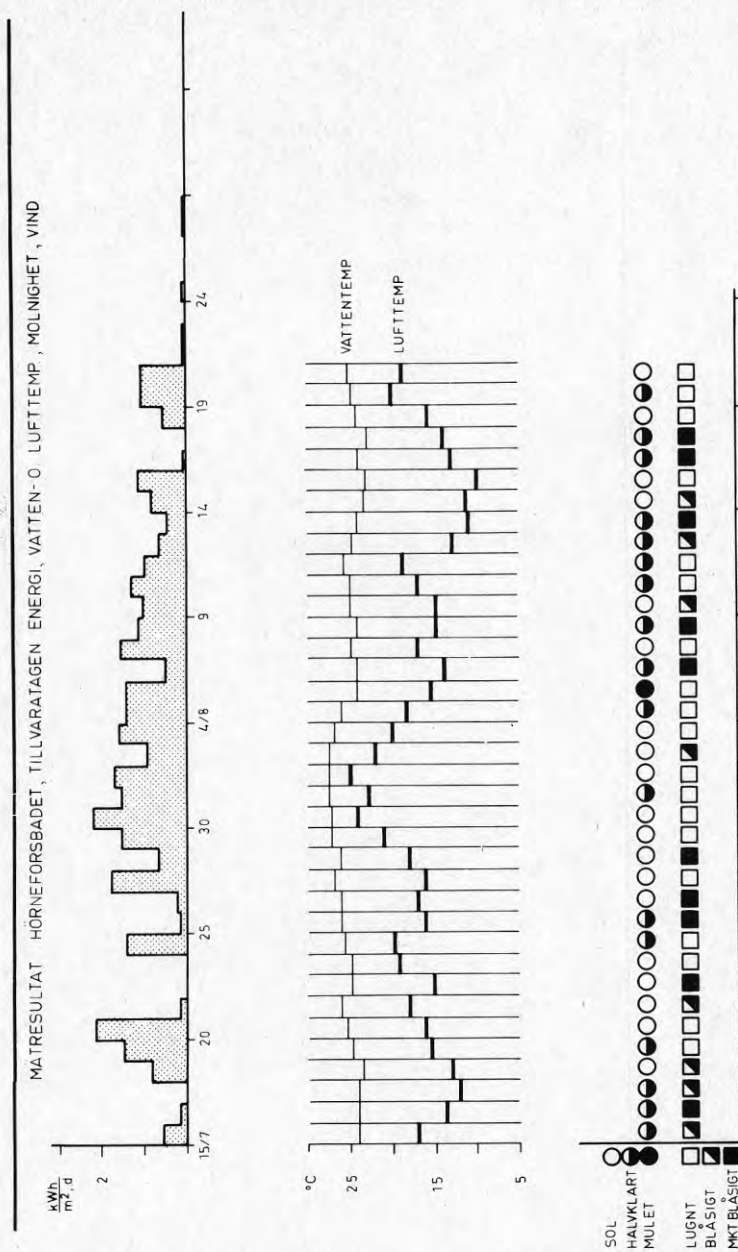
Här föreslogs att solfångarkretsen inkopplas separat med eget filter av enklare typ och separat cirkulationspump eller filter försågs med tryckindikering när filterrengöring eller byte skulle utföras.

KÅGE

MÄTRESULTAT KÅGEBADET, TILLVARATAGEN ENERGI, VATTEN- O. LUFTTEMP., MOLNIGHET, VIND, CIRKULATIONSFLÖDE

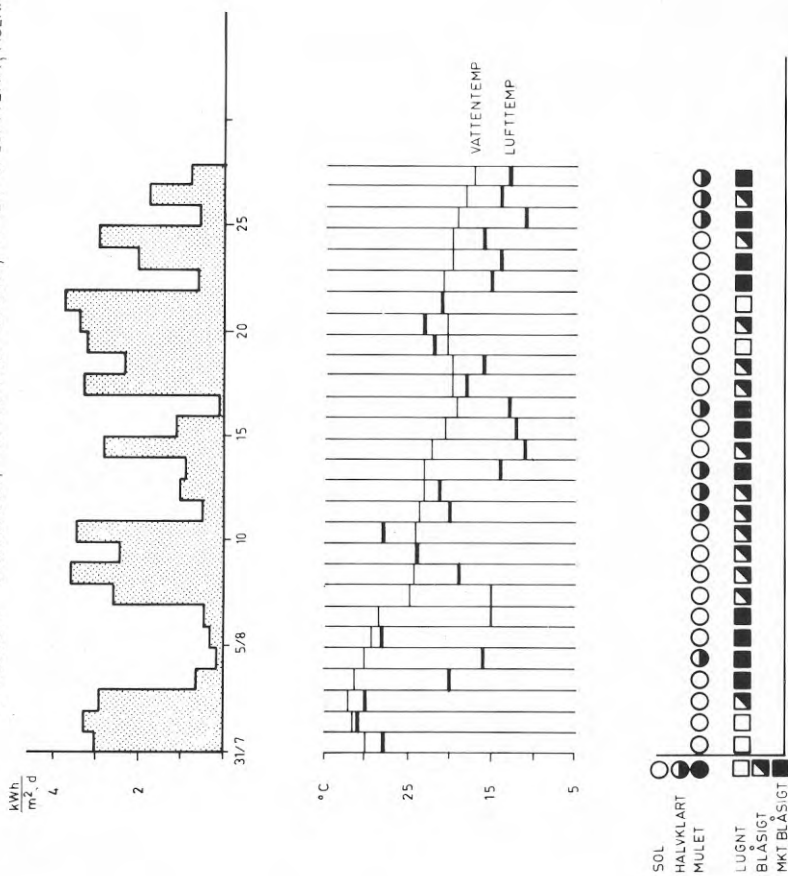


HÖRNEFORS



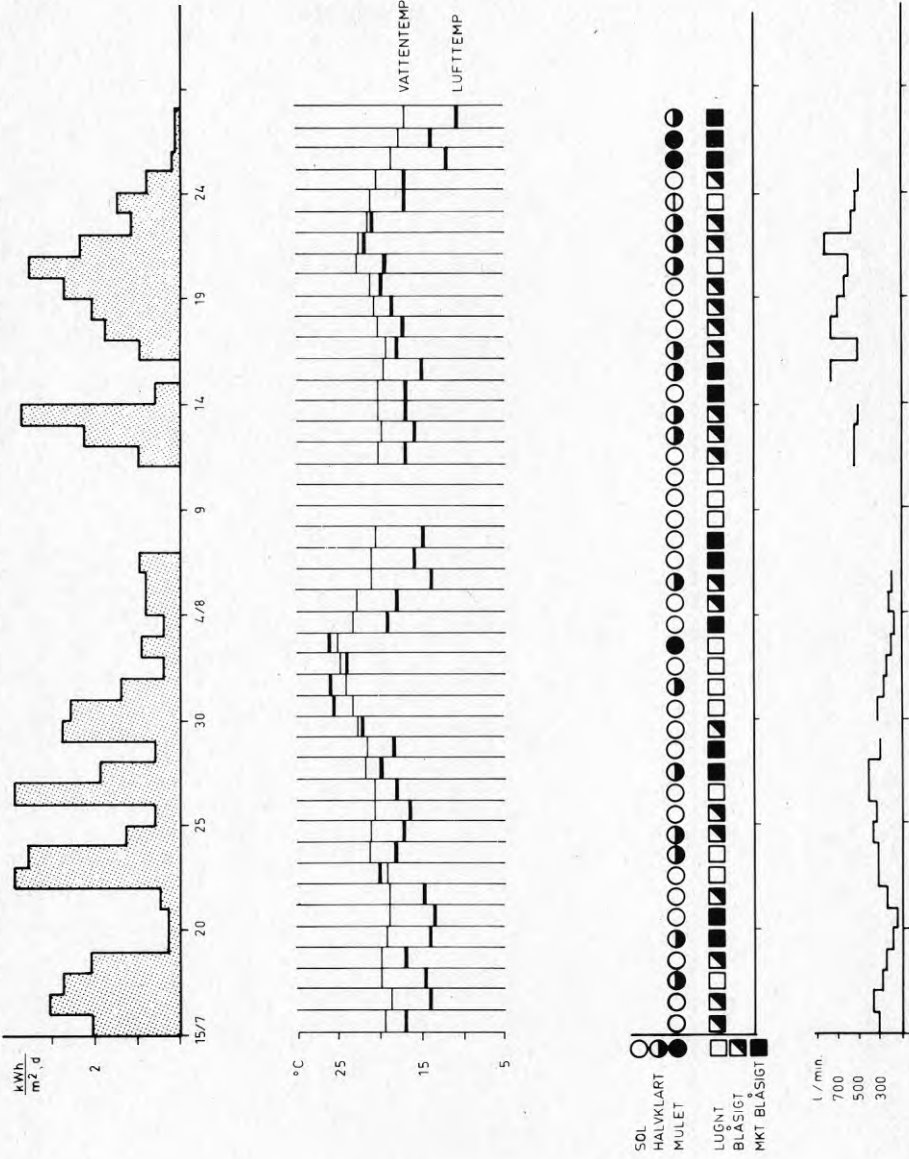
STÖDE

MÄTRESULTAT STÖDEBADET, TILLVARATAGEN ENERGI, VATTEN- O LUFTTEMP, MOLNIGHET, VIND



SLAKA

MÄTRESULTAT SLAKABADET, TILLVARATAGEN ENERGI, VATTEN- O. LUFTTEMP., MOLNIGHET, VIND, CIRKULATIONSFLÖDE



Sammanställning av erhållen energi och vissa förutsättningar

	KÅGE	HÖRNEFORS	STÖDE	SLÅKA
Mätperiod	3/7-25/8 54 d	14/7-21/8 38 d	31/7-27/8 28 d	15/7-28/8 44 d
Infångad solenergi, MWh	25,16	7,27	5,19	6,13
Specifik ingångad sol-energi, tot kWh/m ²	87,4	34,6	54,1	61,3
Specifik daglig inf.sol-energi kWh/m ² , d	1,62	0,91	1,93	1,57
Maximalt daglig inf.sol-energi kWh/m ² , d	4,15	2,20	3,70	3,80
Medelvärde den bästa veckan, kWh/m ² , d	2,84	1,31	2,32	1,94
1) Systemverkningsgrad bra dagar	0,6	0,3	0,6	0,6
2) Solinstrålning mot horisontell yta, kWh/m ² (andel av normalt vid närliggande väderstation)	Luleå juli 285 90% aug 112 102%	Umeå flp juli 151 85% aug 119 94%	-	juli 152 101% aug 127 91%
Soltid (andel av normalt vid närliggande väderstation)	juli 285 90% aug 212 97%	juli 242 - aug 232 -	Sundsvalls flp. juli 284 84% aug 230 79%	juli 226 86% aug 235 99%
Andel solvärme av hela behovet. Hela mätper. %	24	ej uppmätt	4) 8	3) 100
Andel solvärme av hela behovet under den bästa veckan, %	45	" "	ej uppmätt	100
1) Avser anläggningens verkningsgrad, d.v.s. tillvaratagen energi dividerat med instrålad mot en horisontell yta på närliggande väderstation.		2) Klimat är ofta mycket lokalt och kan skilja sig mellan olika orter.	3) Här är andelen av energibehovet till hela anläggningen	4) Här har man haft mer än tre grader högre temp. i vatten jämf med tidigare år

Diagrammen visar en ganska varierande vattentemperatur som överstiger den inställda (där tillsatsvärme finns). Detta höjer givetvis arbetstemperaturen hos solfångarna. Solvärmen har övertempererat badvattnet vilket varit uppskattat bland badgästerna, men inte sparat energi.

Då bassängen utgör ett trögt termiskt system får man en tidsfördröjning från då solen och badgästerna dyker upp resp i och till dess att vattentemperaturen nått badtemp. Under natten sker inget energibidrag från solfångarna och tillsatsvärmen får hålla en konst. temperatur, som just höjs av solvärmen. Förslag har framförts om att sätta normer för vid vilka temperaturer som tillsatsvärme skall slås på samt vilken noggrannhet man bör kräva av reglerutrustningen.

7.2.2 Solfångare

Solfångarna visade sig utifrån fungera bra. Ett läckage p.g.a. materialfel. Viss åldring har upptäckts. Dels "bubbling" på isolering samt migration från isolering till absorlator med ev begynnande korrosion. Dessutom kondens på täckglas som uppstår under natten då täckglaset emitterar värme till himlen.

7.2.3 Anslutningar

Ledningar har valts efter värmebärare. Speciellt då polypropylen solfångare använts har relativt stora dimensioner av PVC-rör vållat problem med limning då detta är svårt. Stora värmeförluster från ledning i system med täckta solfångare märktes då dessa isolerades sent.

7.2.4 Pumpar

Cirkulationspumpar har fungerat bra utom i dett fall där befintlig pump ej byttes ut förrän sent.

7.2.5 Service

Direkt service av anläggningarna har inskränkt sig till kontroll av glykolhalt och påfyllning.

7.2.6 Allmänt

Stort intresse har visats från badgäster, ca 30% har frågat och bett om närmare förklaring och vidare uttryckt förvåning över anläggningarnas enkla princip.

7.3 Kostnader

7.3.1 Kommentarer

Den rörliga kostnaden omfattar här solfångare med ställning och förstärkning, fundament, markarbeten, skydd, staket m m samt rörledningar och pump och i förekommande fall värmeväxlare med montering.

Kostnaden för solfångarna utgör omkring 1/3 av den rörliga andelen, medan fundamentkostnadsandelen varierar avsevärt. Speciellt för Slakabadet är denna del mycket hög p g a att befintligt hus tillbyggdes.

Den fasta kostnaden, vilken omfattar el automatik, projektering samt administration, varierar avsevärt. Kostnaden för el och automatik är låg utom för Kågebadet där viss mätutrustning ingår.

Projekteringskostnaden är väsentligt lägre där tidigare erfarenhet fanns och man använder tidigare provade solfångare, exempelvis i Hörnefors med Tekno-Termis solfångare och i Slaka där polypropylen solfångare användes.

Det bör observeras att de kostnader som kommenteras och redovisas är inhämtade från resp kommun och ej enhetligt redovisade.

7.3.2 KOSTNADER I KKR		KÅGE				HÖRNEFORS				STÖDE				SLÅKA			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Solfångare		79	0,27	23	18	114,0	0,54	38	33	71,7	0,75	47	30	32,3	0,320	21	18
Ställning, förstärkning, fundament, markarb, skydd, staket m.m.		111,8	0,39	33	25	112,6	0,54	38	32	3) ³⁾ 28,9	0,30	17	11	4) 68,1	0,68	43	37
Rör, pump, ventiler, dränkärl, v.växlare, montering totalt		149,1	0,52	44	33	72	0,34	24	21	65	0,68	43	26	56,5	0,56	36	31
Total rörlig kostnad		340	1,18	100	76	299	1,42	100	86	166	1,73	100	65	157	1,56	100	86
El automatik		6) 30	0,10	27	7	4,8	0,02	10	1	7,9	0,08	9	3	3,1	0,03	12	2
Projektering																	
Utredn.						20,7	0,10	42	6								
Bygg						11,4	0,05	23	3								
VVS		59,9	0,21	54	13	12,5	0,06	25	4	52	0,54	58	20	5) 15,5	0,15	62	9
Injust., kontroll o. besiktning		5	0,02	5	1	-				4	0,04	4	2	1,9	0,02	8	1
Underhåll		1) -				-				-				-			
Administration		5,2	0,02	5	1	Se utredn.				25,0	0,26	28	10	4,7	0,05	19	3
Övrigt		2) 10	0,04	9	2	-											
Total fast kostnad		80	0,28	100	18	50	0,24	100	14	89	0,93	100	35	25,2	0,25	100	14
Totalt		450	1,56	-	100	348	1,66	-	100	254	2,54	-	100	182,1	1,81	-	100

1) Sköts av bet.personal 2) Kommunens lönekostnad 3) Kostnad för ombyggnad 10.7

4) Här ingår ombyggnad av hus med 40 5) Här ingår separat utvärdering. 6) Här ingår kostnader för mätutrustning.

Rörlig resp fast kostnad. I Belopp, II Belopp per a.e. III Beloppandel av totala rörliga resp fasta kostnader. IV Beloppandel av totala kostnaden.

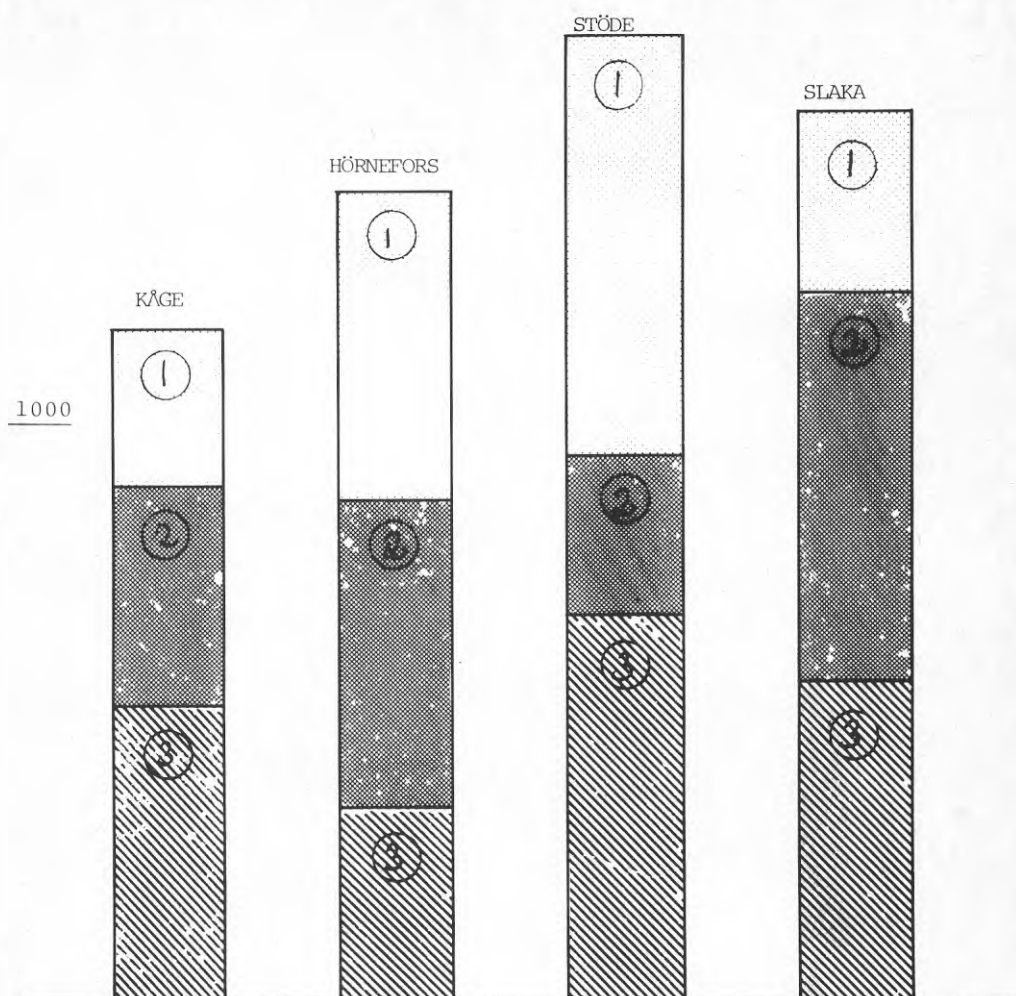


Diagram 7.3.1 visar följande kostnad per kvadratmeter solfångare 1. Solfångaren 2. Ställning, förstärkning i tak m.m. 3. Anslutningar, cirkulationspump, värmeväxlare i förekommande fall och montering.

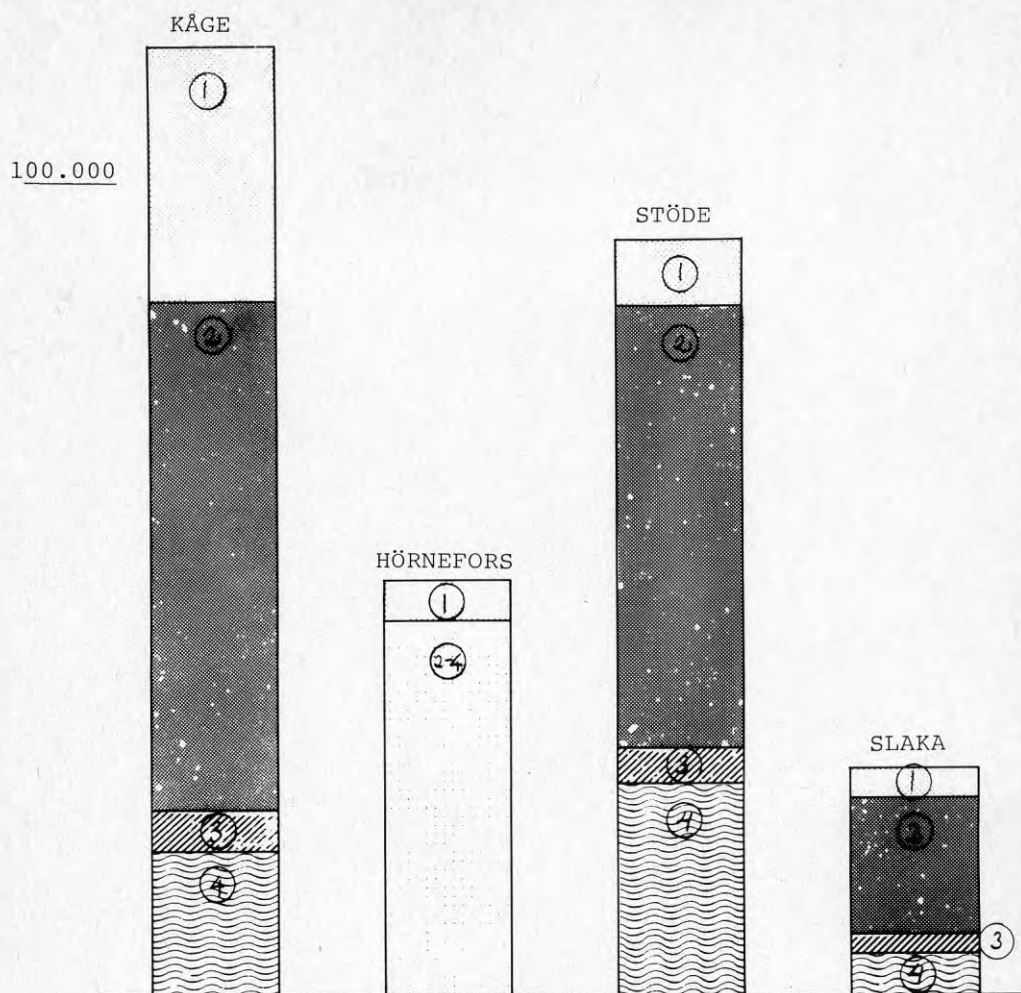
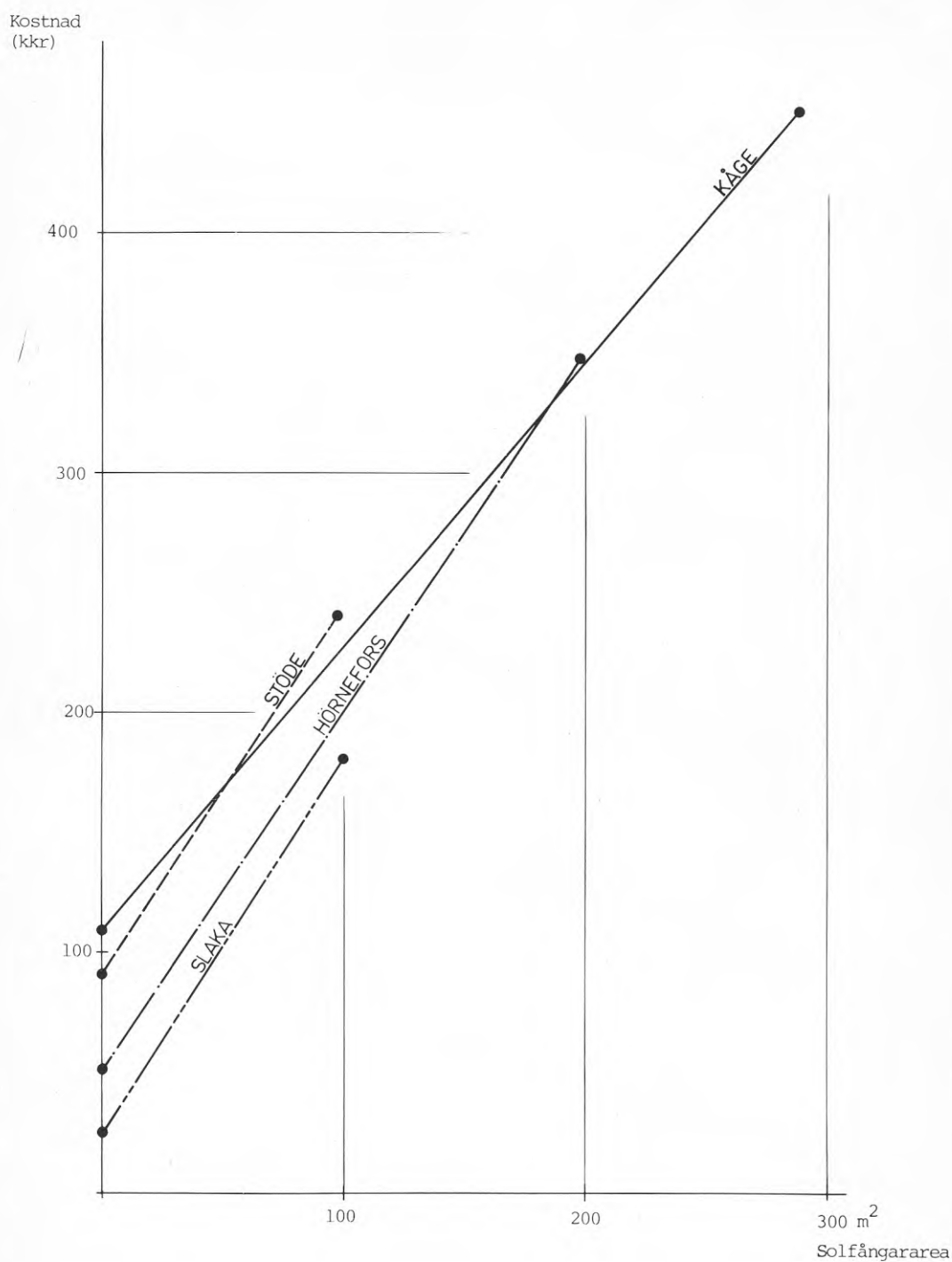


Diagram 7.3.2 visar fasta kostnader 1. El och automatik 2. Projektering 3. Injustering, kontroll och besiktning. 4. Administration.



8 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

8.1 Fortsatta mätningar och iakttagelser

- 1) Energi som erhålles under ett helt år uppdelat på:
 Uppvärmningsperiod, bassängvattnet värms upp efter vintern till badtemperatur endast med solfångare.
 Badperiod, den tid anläggningen används och badtemperatur hålls delvis med solfångare.
- 2) Uppföljning av solfångarnas tålighet samt systemets funktion och omkostnader med tiden.
- 3) Kompletteras mätutrustningen med solarimeter och integreringsverk kan följande mätas:
 Hela systemets verkningsgrad förhållandet mellan tillvaratagen och instrålad energi under året.
 Hela systemets verkningsgrad under en dag med viss instrålad energi, vilken kan jämföras med den enskilda solfångarens verkningsgrad.
- 4) Mätning av bassängvattnets temperatur vid sänkning av inställd tillslagstemperatur för tillsatsvärme.

8.2 Fortsatt arbete

- 1) Utreda besparing om överskottsvärme från solfångare till förvärmning av tillsatsvatten och/eller förvärmning av tappvarmvatten utnyttjas.
- 2) Utreda besparingspotential och diskutera normer och rekommendationer för vid vilka temperaturer tillsatsvärme skall slås på och av samt noggrannhet på reglerutrustning.
- 3) Initiera samarbete mellan ex

solfångarfabrikant

och

VVS projektör-
entreprenör

om utveckling av solfångare och stativ.

- 4) Då den största delen av värmeförlusten i en utomhusbassäng sker på den blottade vattenytan utreds möjlighet och kostnad att täcka densamma.
- 5) Då bassängen i sig utgör en solfångare, utreds vilka förbättringar som kan götas av denna. Exempelvis genom att absorptionen i bassängväggar med mörkt färglagda kakelplattor höjs.

9 SAMMANFATTNING

Under sommaren 1978 uppbbyggdes fyra st solfångaranläggningar vid de kommunala baden Kågebadet, Skellefteå kommun, Hörneforsbadet, Umeå kommun, Stödebadet, Sundsvalls kommun och Slakabadet, Linköpings kommun.

Mål

Projektets mål var att mäta och summera tillvaratagen energi från solfångare samt drifterfarenheter från respektive anläggning.

Bakgrund

Simhallar står för ca 1/3 av el- och 1/2 av oljeförbrukningen av fritidssektorns energiförbrukning. Fritidssektorn betyder här sport och friluftsanläggningar.

Låga arbetstemperaturer för solfångarna, 20-30°C, under badsäsongen och vid uppvärmningsperioden samt värmelagrets stora vattenvolym gör att förutsättningarna för ett solvärmesystem vid en badanläggning är mycket goda.

Alla bad utom Slaka har elvärme som tillsats och är tempererade under ca tre sommarmånader, juni, juli och augusti och där ersätter solvärmens således motståndsvärme från el och en direkt energibesparing görs. Vid Slakabadet har badvattentemperaturen under säsongen istället varit omkring tre grader högre än tidigare år.

Solfångare

Solfångarna som installerats är av typ plana termiska och är således fast monterade på tak resp på mark. Dels har använts en isolerad solfångare av polypropylen (PP) och dels två typer av isolerade och med l-glas resp 1 lager glasfiberarmerad polyester täckta solfångare.

Där PP solfångare använts, Kåge och Slaka, fungerar bassängvattnet direkt som värmeupptagare och cirkulerar genom solfångarna. Där de täckta solfångarna använts, Hörnefors och Stöde, har en värmväxlare kopplats mellan bassängvatten- och solfångarkretsen.

Skälet att två skilda solfångare använts är att vid två av baden avsågs solvärmearläggningen arbeta inte bara under tre sommarmånader, utan även under höst och vår då man här även har inomhusbassänger, vilka är i bruk övriga delen av året. Den isolerade och glasade typen av solfångare är effektivare vid låga utomhustemperaturer, men är istället något dyrare.

RESULTAT

Infångad energi

Då anläggningarna blev färdiga under juli månad 1978 efter en mycket kort besluts-, projekterings- och uppbyggnadstid, föreligger mätresultat från en ganska kort period då dessutom injustering och slutbesiktning försiggick. Speciellt hade exempelvis anslutningsledningar ej isolerats.

Den under juli resp augusti maximalt erhållna värmemängden uppgick för den isolerade och glasade typen av solfångare till 2,20 kWh/m² dag (Hörnefors), 3,7 kWh/m² dag (Stöde), ytan avser 1 m² solfångaryta, och för PP solfångaren till 4,15 kWh/m² dag (Kåge) och 3,8 kWh/m² dag (Slaka) samt i medeltal under samma tid 0,91 (Hörnefors) 1,93 (Stöde resp 1,62 (Kåge) och 1,57 kWh/m² dag för Slakabadet.

Kostnad

Påfallande är den stora stativkostnaden, omkring 1/3 av rörliga kostnaden. Den höga projekteringskostnaden beror sannolikt på denna nya teknik.

Projektering

Solfångararean varierade från 40-70 % av bassängarean och deras lutning var omkring 45°. De placerades i rader om 2,4 resp 5 bakom varandra i stativ, vilka sammansattes på platsen.

Systemen fungerade i huvudsak bra och med mycket ringa service, d v s små driftkostnader. Två driftavbrott rapporterades, bl a p g a pumpbyte under två dagar. Den befintliga pumpen förmådde ej upprätthålla ett jämt tryck med ojämna fördelning av vattenflödet. Då solfångarna är kopplade i flera grupper fordras noggrant inställda reglerventiler och följaktligen ett konstant cirkulationsflöde. Igensättning av filter orsakade också ojämna flöden.

Några bad erhöll påfallande höga vattentemperaturer till badgästernas glädje. Noggrannhet hos den reglerutrustning som kopplar in tillsatsvärme borde därför ökas så att "övervärmning" av bassängvatten ej sker.

Solfångare

De enskilda solfångarna tycktes fungera bra. Dock upptäcktes ett läckage. Ett paket solfångare krossades vid transport. Några visade anrikning av vatten på insidan av täckglas, kondensation samt bubbling på isolering.

Under kommande år kommer förutom erhållen energi från solfångarna även mätning av solinstrålning att ske. Dessutom kommer uppföljning av solfångarnas hållighet med tiden att göras och driftkostnader att sammanställas.

Förutom vidare uppföljning och värmemängdsmätning har föreslagits

- Framtagande av normer avseende till solfångare hörande komponenter, t ex säkerhetsventiler.
- Temperaturnormer för bassängvatten samt noggrannhet på reglerutrustning.
- Installation av system för värmning av tappvarmvatten i kombination till bassängvattenvärmning.
- Initiera utveckling av billiga och enkla stativ till solfångare.

10. REFERENSER

- 1) ISES UK
Conference (C 17) at the Royal institution
Oct. 1978.
Practical experiences with solar heated swimming-
pools.
- 2) Brev och samtal med projektledare, projektörer
och entreprenörer samt badmästare.

Projektörer:

Kågebadet	Strömberg, R, Fastighetskontoret, Skellefteå kommun
Hörneforsbadet,	Kjällgren, I, Fritidskontoret, Umeå kommun
Stödebadet,	Esping, A, Husbyggnadskontoret, Sundsvalls kommun
Slakabadet,	Andersson, S, Fritidsnämnden, Lin- köpings kommun

- 3) SOLAR HEATING DESIGN
- 4) Seminarium BFR ang solvärmda kommunala utomhus-
bassänger, Sundsvall okt. 1978.
- 5) Solar heating design by the F-Chart method,
Beckman, W.A Duffie, J.A, Klein, S.A, 1977.

11 Andra solvärmda bad

11.1 Tyskland, Wiehl

En sportanläggning i Wiehl, någon mil från Köln, har från 1976 haft solvärmda utomhusbassänger. Projektet är stött av bl.a. Energietechnik GmbH Studiengesellschaft für Energie-Umwandlung, -Fortleitung und -Anwendung (ETS). På taket till en sport-hall är 1100 st solfångare med en yta av totalt 1500 m² placerade i 45° lutning. Dessa är tillverkade av rostfritt stål, isolering och 1 glas (typ BBC) och värmer direkt, utan värmeväxlare, fyra stycken utomhusbassänger med en totalvolym av 2600 m³ och ytan 1460 m².

Ätta stycken grupper om 125 solfångare plus en grupp med 100 st, se schema, skall ge en jämn vattenfördelning. Ett flänskorrugerat tak utgör fästpunkt för solfångare och stödsträvor. Vattenflödet regleras sålunda vid temperaturskillnad mellan bassängvatten och solfångare lika med 4 K, startar pump 1, vilken ger flödet 0,5 l/min, m² solfångare. Flödet regleras sedan med termostad så att temperaturskillnaden hålls mellan 4-5 K.

Då utetemperaturen är mindre än 3°C tömmes solfångarna. Skulle solfångartemperaturen överstiga 70°C tillsättes kallvatten.

Som kompletterande värme används en kylanläggning för konstisbana vilken drives som en värmepump.

Utvärdering och mätning skall ske under en femårs-period och stöds av ETS och the American National Energy Research and Development Administration (ERDA).

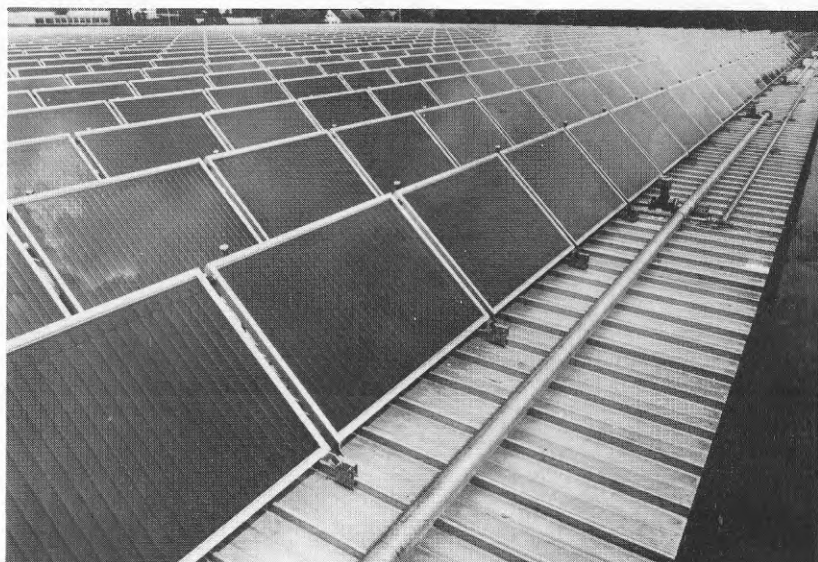
Resultat

Totalt infångad solenergi under badsäsongen var ungefär 300.000 kWh eller 200 kWh/m² d.v.s. i genomsnitt 1.33 kWh/m³, dag.

En daglig systemverkningsgrad uppmättes och visade att då instrålningen en dag var mindre än 1,6 kWh/m² erhöjls ingen energi medan under forna dagar uppemot 60 % "infångades". Genomsnittligt uppmättes sytemverkningsgraden till 35%. Beräknad till 55%.

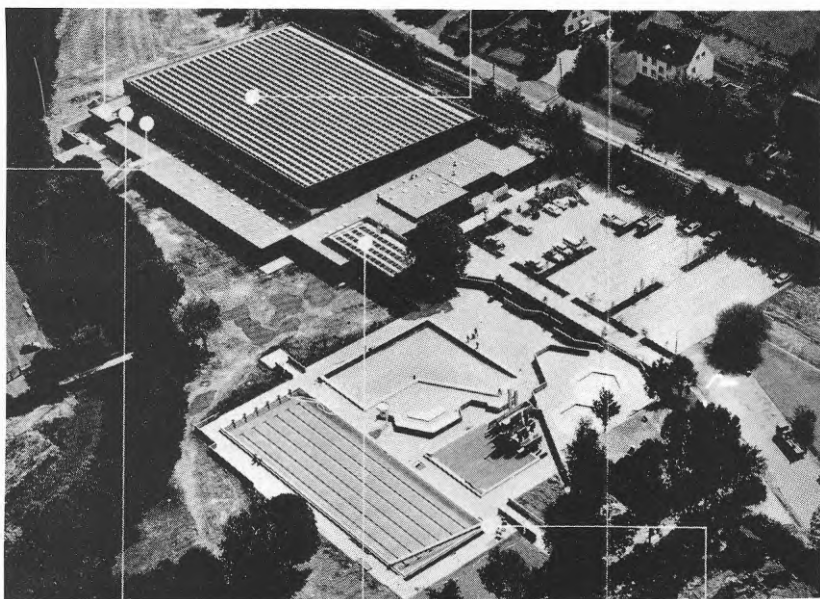
Speciella problem var ojämna flöden i solfångargrupperna bl.a. p.g.a. luftsamlingar och stora värmeförluster i isolerade anslutningsledningar.

Andra energibesparande försök som här gjordes var värmeåtervinning från vatten vid filterrensning, höjning av bassängväggarnas ljusabsorption och täckning av bassängvatten.

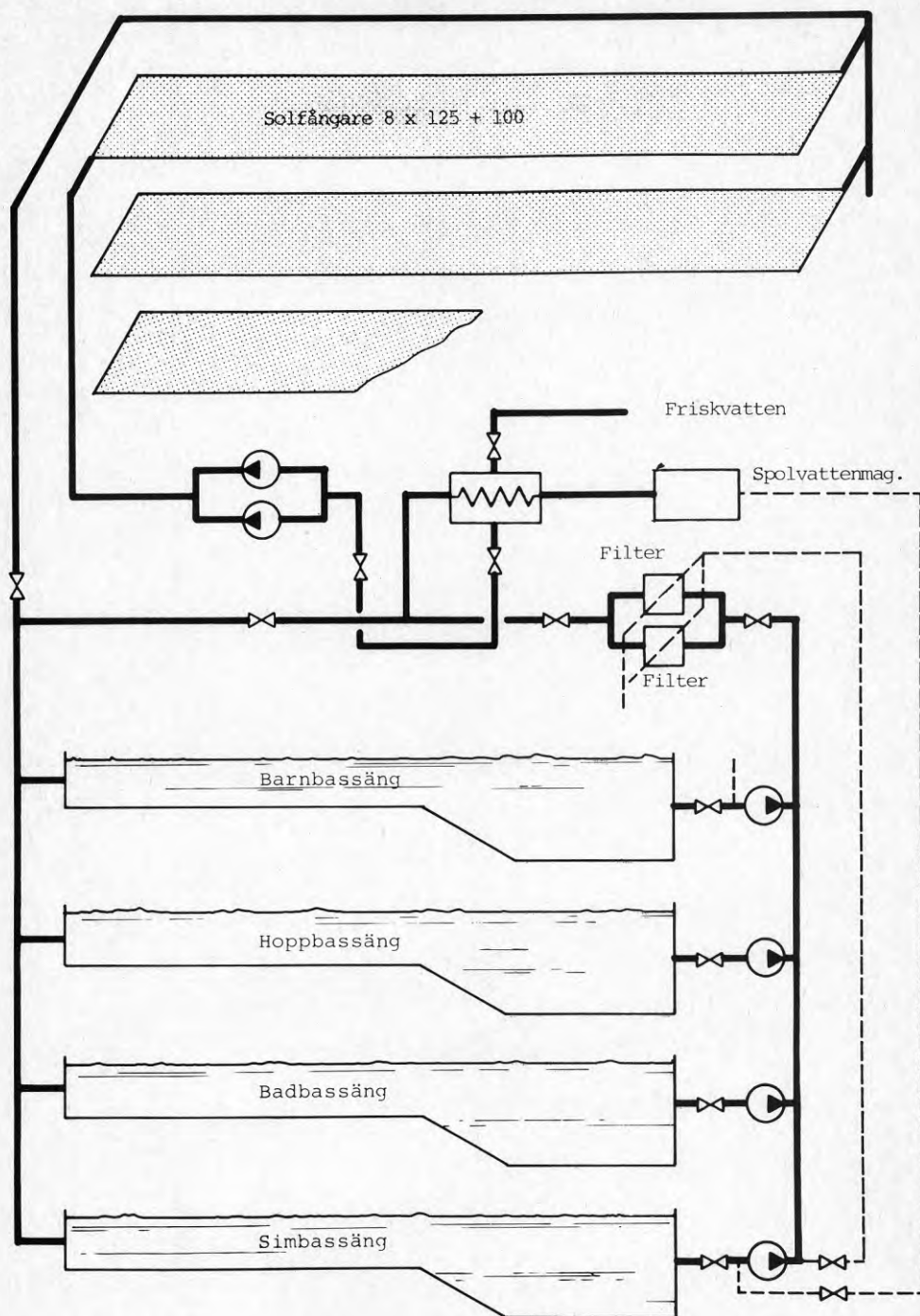


WEIHL

Solfångare typ BBC, isolerade och täckta med 1-glas,
1500 m².



WIEHL

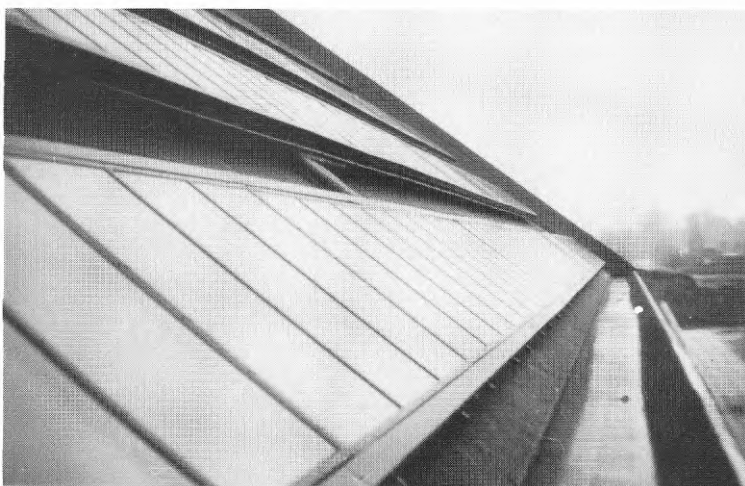


11.2 Danmark, Greve

I Greve kommuns simhall installerades solvärme 1976-1977 med egna medel. Totalt 94 solfångare med totala arean 480 m^2 är monterade på tak med 40° lutning. Solfångarna består av aluminiumabsorbator, isolering och 1 glas (4 mm) och är monterade tillsammans med anslutningsledningar på ett stålrörsstativ. En plattvärmväxlare överför värme till inomhusbassängen och värmebäraren är under sommaren vatten och under vintern vatten med 30% glykol, vilket uppsamlas i separata kärl, se schema. Kostnad totalt 780.000 Dkr (1977). Anläggningen förväntas att under ett år ge ca 300 Mwh totalt d.v.s. 625 kWh/m^2 . Mätningar kommer att utföras.

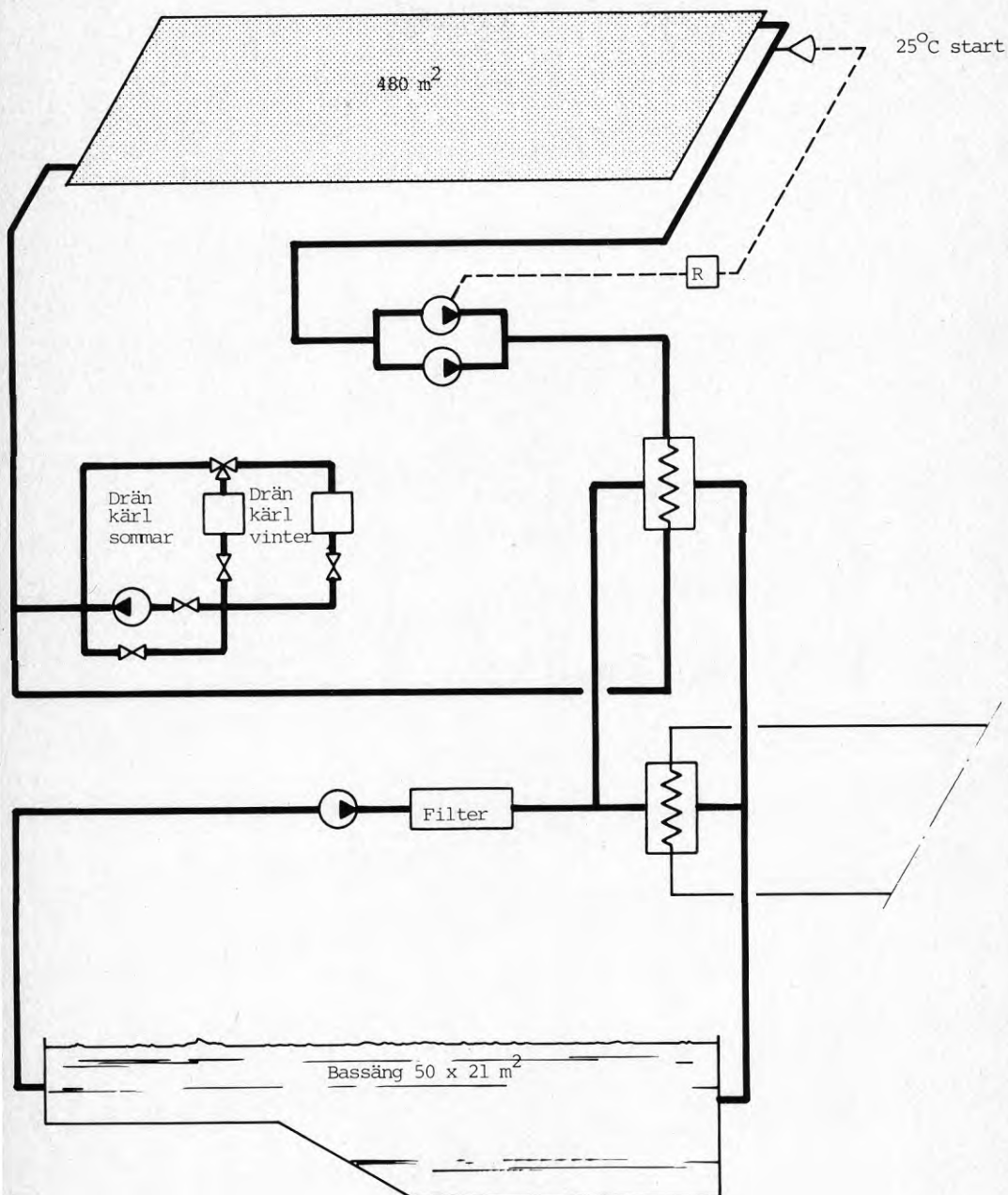


Här är 480 m^2 solfångare av aluminium med isolering och 1-glas diskret monterade på befintligt tak.



Solfångarna monterade på taket, vilket hindrar ev läckage att tränga in i byggnaden.

GREVE



12 BILAGA

FRITIDSEKTORNS ENERGIBEHOV KALKYL

Anläggningstyp	Antal	KWh/år och anläggning	Summa KWh	Olja m ³ /år och anläggning	Summa olja m ³
Simhallar minst 25 m	375	500 000	187 500 000	350	131 250
Simhallar mindre än 25 m	150	150 000	22 500 000	100	15 000
Ishallar	90	400 000	36 000 000	80	7 200
Konstisbanor ishockey	160	250 000	40 000 000	-	-
" bandy	30	700 000	21 000 000	-	-
" curling	20	130 000	2 600 000	-	-
Curlinghallar	25	150 000	3 750 000	20	500
Elljusspår å 2,5 km	1 100	5 000	5 500 000	-	-
Bassängbad utomhus	210	150 000	31 500 000	80	16 800
Sporthallar minst 18 x 36 m	800	150 000	120 000 000	50	40 000
" mindre	1 500	25 000	37 500 000	10	15 000
Plasthallar tennis	250	25 000	6 250 000	40	10 000
" fotboll	15	50 000	750 000	80	1 200
" badminton	25	150 000	3 750 000	-	-
Belysning fotboll o bandy (match)	75	20 000	1 500 000	-	-
Belysning fotboll (träning)	400	5 000	2 000 000	-	-
" ishockey (naturis)	700	10 000	7 000 000	-	-
Omklädnadsbyggnader, idrottsplatser, fotboll, ishockey	5 000	20 000	100 000 000	5	25 000
Motionsgårdar	150	40 000	6 000 000	15	2 250
Fritidsgårdar 500 m ²	800	20 000	16 000 000	10	8 000
Kvartersgårdar	500	5 000	2 500 000	3	1 500
Summa			653 600 000		273 700

Källa: Kalkyl gjord av Kommunförbundet på uppdrag av energisparkommittén 1978.

Denna delrapport hänför sig till forskningsanslag 780629-5 från
Statens råd för byggnadsforskning till Hugo Theorells Ingen-
jörbyrå AB, Solna.

R39:1979

ISBN 91-540-3002-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600939

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm

Cirka pris: 30 kr exkl moms